N° 24 31 DÉCEMBRE 1931

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : Louis OLIVIER (1890-1910) — DIRECTEUR : J. P. LANGLOIS (1910-1923)

DIRECTEUR : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire naturelle

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences physiques.

L'utilisation indirecte de la chaleur solaire.

Il est évident que toute vie sur notre planète dépend du Soleil, et qu'en fin de compte toute source d'énergie sur la première dépend du dernier.

La houille, le pétrole sont de l'énergie solaire condensée il y a longtemps; le bois est de l'énergie condensée d'hier. La houille blanche est d'origine solaire : elle résulte de l'évaporation des océans, suivie d'une condensation sur les sommets ou dans les hauteurs.

On a souvent pensé à utiliser la chaleur solaire de façon directe, depuis Archimède, concentrant les rayons du Soleil à l'aide de miroirs pour incendier la flotte de Marcellus, jusqu'à de Saussure qui l'employait à faire la cuisine.

Le Soleil envoie beaucoup de chaleur à la Terre, plus que celle-ci n'en reçoit, d'ailleurs. Car une bonne partie est interceptée par l'atmosphère. Néanmoins, dans les meilleures conditions, le sol recevrait jusqu'à la quantité nécessaire pour produire 12.000 chevaux par hectare.

Nombreux ont été les essais d'utilisation de la chaleur du Soleil. Il y a eu l'appareil de Mouchot, il y a plus de cinquante ans, où un miroir conique concentre les rayons solaires sur un cylindre, ou bouilleur, contenant de l'eau ou quelque autre liquide volatil. Puis Ericsson employa un miroir parabolique; Adam, des miroirs plans; Pifre, un miroir parabolique. D'autres appareils ont été proposés par Charles Tellier, G. Eneas, par Shuman, etc.

Cette utilisation directe de la chaleur solaire a évidemment le grand inconvénient de n'être praticable que dans des contrées tropicales ou à ciel très clair, et, même dans les conditions les meilleures, le rendement est si faible qu'on se demande si le jeu vaut la chandelle. Telle est la conclusion à laquelle on arrive de façon générale en ce qui concerne l'utilisation directe de la chaleur solaire, jusqu'ici du moins.

Aussi est-il intéressant de constater qu'une méthode indirecte pourrait peut-être donner d'excellents résultats, au moins dans certains parages. La question vaut la peine d'être étudiée, et c'est ce qu'a fait au Congrès du Génie civil un ingénieur, M. Pierre Gandillon, en deux communications qui méritent de retenir l'attention.

L'idée est d'utiliser la chaleur solaire sans le moindre appareil, à créer une dénivellation, une chute d'eau, qui servira à produire l'énergie hydro-électrique.

Imaginez par exemple une baie, communiquant par un canal étroit avec la mer, en un site où la chaleur solaire est considérable.

Commencez par connaître l'épaisseur de la tranche d'eau qui est vaporisée chaque année en moyenne, épaisseur qui peut se calculer. De ce calcul, on déduit qu'en 10 ans, 20 ans, 50 ans, le niveau de la nappe d'eau baissera d'un nombre de mètres qui dépend de l'apport d'eau de mer. Mettons qu'il s'agisse d'une baie. Supprimons l'apport d'eaux océaniques au moyen d'un barrage. Le niveau de la baie va baisser régulièrement si l'endroit est bien choisi. En un temps donné il aura baissé de 50, 80, 100

mètres, plus encore si l'on use de patience. Alors, on jugera opportun de songer à capter ce que M. P. Gandillon appelle la « houille d'or ». De quelle façon? En installant sur la nouvelle rive, abaissée, de la nappe d'eau une usine hydraulique. Cette usine sera alimentée par de l'eau de mer que l'on laissera entrer, à travers le barrage, en quantité telle que le niveau reste constant grâce à l'évaporation.

Bien évidemment on ne peut faire l'essai de l'utilisation indirecte de la chaleur solaire qu'autant que s'y prêtent la configuration des lieux, d'une part et, de l'autre le pouvoir évaporateur du Soleil. On ne peut aménager la planète de la même façon en tous lieux. Et beaucoup d'aménagements du genre de celui que propose M. Gandillon ne peuvent guère être tentés dans les vieux pays, très habités, situés dans les régions tempérées; la houille d'or pourra être exploitée surtout entre les tropiques, ou à peu près, et en pays non encore très peuplés.

Le principe proposé est « sain »; il est original aussi, et hardi. Et M. P. Gandillon a proposé, au Congrès du Génie civil, deux projets.

L'un concerne la Côte des Somalis, entre le golfe de Tadjoura et le lac Halol, au sud d'Obock (voir la brochure *La Houille d'or*, 14, place de la Nation, Paris — 12e). L'autre se rapporte au Venezuela, région du lac Maracaïbo, quarante fois grand comme le lac de Genève.

Evidemment, il faut du temps pour abaisser le plan d'eau après avoir supprimé les apports qui le maintiennent constant, il peut falloir 50, 100 ans pour obtenir une dénivellation adéquate, 50, 100 ans pendant lesquels le capital ne rapporte rien. Mais une fois le résultat obtenu, la région prend un essor industriel et agricole considérable.

Evidemment, l'idée d'utiliser par voie détournée la chaleur solaire, de la façon qui vient d'être schématiquement exposée, présente de l'intérêt. Sera-t-elle réalisée?

A coup sûr elle est logique. Et on observera qu'elle a été déjà proposée. Dans *Je Sais Tout*, en août 1929, un article exposait le projet d'un architecte de Munich, Hermann Soergel, qui, tranquillement, proposait d'abaisser le niveau de la Méditerranée entière, par des barrages à Gibraltar, Gallipoli et Suez. D'autre part, M. John Hodgson, en 1929 aussi, présentait même projet dans *The Time Journey of Dr. Barton* (édité par John Hodgson, à Eggington, Beds, Grande-Bretagne).

Dans ce projet de dénivellation de la Méditerranée par isolement d'avec l'Atlantique et les mers Noire et Rouge, sous l'influence de l'évaporation solaire, dénivellation de 500 à 600 mètres, il va de soi que ce sont tous les fleuves et rivières se déversant dans la Méditerranée, qui sont utilisés à la production d'énergie. Mais, naturellement, si l'évaporation était trop forte pour l'apport par les rivières, ce qui est à prévoir, on utiliserait aussi la proportion voulue d'eaux salées, à Gibraltar et ailleurs.

Jules Verne n'aurait pas renié pareille tentative d'aménagement de planète, mais peut-être les temps n'étaient-ils pas encore venus. Le sont-ils maintenant? Aux ingénieurs, économistes et autres compétences fort diverses de se prononcer. Il convenait toutefois de signaler l'idée; elle est curieuse et rationnelle, et amuse l'esprit, car elle est applicable en beaucoup de parages du globe, et, à mesure que s'épuisent la houille et le pétrole, l'humanité se préoccupe de trouver des sources d'énergie pouvant remplacer ces combustibles.

V.

***

L'évasion de la radiation de l'atmosphère.

Ce problème est l'un des plus importants de la Météorologie, car si la radiation émise par la surface de la Terre passait sans interférence dans l'espace extérieur il n'y aurait pas de circulation générale de l'atmosphère. Les premiers travaux sur ce sujet ignoraient la possibilité de la variation de l'absorption avec la longueur d'onde, et les calculs deviennent inextricables si l'on essaie de tenir compte des effets de cette variation.

Le Dr Simpson[1] a repris l'étude de cette question par une méthode purement physique. Il y a suffisamment de vapeur d'eau dans la stratosphère pour qu'elle se comporte comme un corps noir pour les longueurs d'onde moindres que 8,5 μ et plus grandes que 14 μ. Pour de telles longueurs d'onde, la stratosphère absorbe toute la radiation, et son émission peut être calculée par la formule de Planck. Entre les longueurs d'onde 8,5 et 11 μ, la stratosphère est transparente; pour remplir l'intervalle entre 11 et 14 μ, l'auteur suppose que l'intensité de la radiation émise est la moyenne des intensités correspondant à la température du sol (280° abs.) et la température de la stratosphère (218°). De cette façon, on peut calculer la radiation qui s'échappe de la Terre vers le ciel clair. Pour un ciel nuageux, il faut employer, au lieu de la température du sol, celle du sommet des nuages (270°). En utilisant les observations actuelles de nuages, l'auteur a effectué les calculs pour plusieurs latitudes, et l'évasion obtenue concorde à 3 % près avec la valeur déduite de la constante solaire d'Abbot et de l'albedo de la Terre. L'évasion de la radiation varie d'ailleurs peu pour les différentes latitudes.

Le Dr Simpson discute ensuite le problème des conséquences d'une variation de la constante solaire. Les variables à ajuster sont la température de la surface de la Terre, celle de la stratosphère et la quantité de nuages. Une variation de 10 % de la constante solaire peut être équilibrée par une variation de 20° de la température de la surface, de 15° de la température de la stratosphère, ou une augmentation de 10 % de la quantité de nuages. Il est difficile de prévoir ce qui se produira, mais il semble raisonnable de supposer qu'une augmentation de la radiation solaire provoquerait une élévation de la température de la surface du sol accompagnée

1. *The Observatory*, t. LIV, n° 684, p. 139; mai 1931.

d'une chute de température de la stratosphère et d'une augmentation des nuages. Il est donc possible d'associer des changements climatiques à des variations de la constante solaire, une élévation de cette constante étant accompagnée de températures plus hautes et d'un accroissement de la précipitation.

L. B.

§ 2. — Sciences naturelles.

L'élevage du Ragondin.

Le Ragondin [*Myocastor* (= *Myopotamus*) *coypu* Molina], appelé aussi Castor du Chili, Castor de La Plata, n'est pas un Rongeur, comme pourraient le faire croire les noms qu'on lui donne vulgairement : ce Mammifère appartient à la famille des Octodontidés, ainsi nommée parce que, chez ses représentants, les molaires, au nombre de 4 (exceptionnellement 3) à chaque rangée, présentent sur leur couronne des sillons disposés fréquemment en forme de 8.

La silhouette de l'animal rappelle un peu celle du Castor; son corps, long de 40 à 45 centimètres, est recouvert d'une belle fourrure brune, à duvet soyeux et serré, surtout sur la face ventrale; il est pourvu d'une longue queue conique, revêtue de poils raides et courts, assez abondants.

Le Ragondin vit à l'état sauvage en Amérique du Sud, de l'Atlantique au Pacifique, entre les 24e et 43e degrés de latitude sud; il se tient au bord des lacs et des cours d'eau à faible courant; il habite un terrier profond d'un mètre, large de 40 à 60 centimètres ou bien, lorsque le terrain est trop humide, il s'installe dans un nid à sec et à ciel ouvert, sur une touffe d'herbe. Il nage très rapidement à l'aide de ses pattes, dont les cinq doigts sont réunis par une large palmure. Il mange surtout de l'herbe, parfois aussi des racines, des tubercules, des feuilles tombées des arbres, etc.; en captivité, il accepte volontiers de la viande, en particulier du poisson.

Les peaux de Ragondin sont très recherchées par la pelleterie, et sont d'un haut prix; on en consomme actuellement environ un million et demi chaque année; celles qui proviennent de Patagonie sont les plus estimées. On a tenté d'élever « industriellement » le Ragondin en Europe, en vue de son précieux pelage. Cet élevage a pris une assez grande extension dans les régions marécageuses au cours de ces dernières années; mais de nombreux propriétaires d'étangs hésitent beaucoup à introduire chez eux cet étranger : ils craignent que l'animal maraude leur poisson et perce les digues.

M. A. Maurice les rassure[1]. Ce pisciculteur a placé une vingtaine de Ragondins près d'un étang de faible étendue (2 hectares), très peu profond et encombré par des végétaux (Roseaux, *Typha*, Joncs, etc.); les animaux y ont prospéré et s'y sont reproduits très régulièrement, été comme hiver, à la cadence de 5 nichées environ (de 4 à 7 petits chacune) tous les 2 ans. Ils n'ont aucunement tenté de miner la digue, qui était d'ailleurs protégée par un grillage. Ils n'ont attaqué ni les Poissons, ni leurs œufs; il est même certain que, au contraire, leur présence a augmenté la production piscicole de l'étang : les Ragondins rejettent, en effet, la majeure partie de leurs excréments dans l'eau; or cet engrais favorise notablement le développement du plancton, dont les Poissons se nourrissent; de plus, les Ragondins ont détruit les plantes aquatiques de la pièce d'eau à mesure qu'elles se développaient; ils sont particulièrement friands des *Typha* mais, moins dévastateurs que les Lapins de garenne, ils respectent les arbres et arbustes (Bouleaux et Aulnes) du voisinage; ces Mammifères ont augmenté ainsi le volume d'eau libre, donc le rendement de l'étang. Pour obtenir semblable résultat en utilisant la main-d'œuvre humaine, il aurait fallu dépenser 30 % du montant de la récolte en Poissons; les Ragondins ont fait ce faucardage gratuitement.

Ce n'est pas tout : le chasseur trouve, dans le Ragondin, un gibier nouveau qui, après sa mort, lui laisse une chair délicate et une fourrure de valeur.

L'élevage de ce petit Mammifère est donc à recommander.

R.

1. A. Maurice : Le Ragondin dans nos étangs. *Bull. Soc. nat. Acclim. Fr.*, LXXVIII, 1931, p. 305-314, 7 fig. L'auteur publiera incessamment sur le Ragondin une longue étude, préfacée par le Professeur Bourdelle, dans les *Archives d'Histoire naturelle*.

§ 3. — Art de l'Ingénieur.

L'isolation des bâtiments contre la transmission des vibrations et du bruit.

Les immeubles modernes comportent des organes de plus en plus complexes, et certains d'entre eux présentent même un caractère de véritable petite usine mécanique; on y trouve en effet : ascenseurs et monte-charge, appareils de ventilation aussi bien pour assurer l'arrivée d'air pur que l'évacuation de l'air vicié, installations d'air chaud pour le chauffage, brûleurs à mazout avec leurs organes accessoires, compresseurs à ammoniaque pour la production du froid, machines diverses utilisant l'énergie électrique pour le confort et l'hygiène, etc. Bien entendu c'est surtout dans les immeubles à usage d'hôtels, de buildings, de restaurants, de magasins, etc. que l'on trouvera toutes ces machineries; dans certains même on peut trouver des installations individuelles de production d'énergie électrique au moyen de moteurs Diésel.

L'utilisation d'un matériel mécanique aussi considérable pose dans bien des cas un problème fort important : celui d'empêcher la transmission des vibrations et des bruits résultant du fonctionnement des génératrices, des moteurs, des ventilateurs, et des autres machines.

Les méthodes actuelles de construction qui reposent sur l'emploi d'une ossature générale métallique ou en béton armé, favorisent plutôt qu'elle ne réduisent la transmission de ces bruits et vibrations dans tous les points de l'immeuble. Aussi a-t-il fallu rechercher

des solutions pour remédier à ce grave inconvénient et mettre au point des méthodes spéciales pour le montage des moteurs et des machines dans les immeubles.

De nombreuses études ont été entreprises dans ce but, en vue notamment de rechercher les matériaux pouvant être utilisés d'une manière avantageuse comme isolants contre la transmission des vibrations et des bruits. De tels matériaux doivent être insonores et avoir une élasticité suffisante pour absorber les vibrations dont la transmission est à supprimer. Ils doivent également être inaltérables; ceux qui sont le plus fréquemment utilisés dans ce but sont le liège, le caoutchouc et divers matériaux composés tels que fibres, feutre, carton d'amiante, etc.

D'une manière générale on arrive plus facilement à supprimer la transmission des bruits que celle des vibrations, et cela parce que la flexibilité et la sensibilité des matières utilisées est en général insuffisante, signalons cependant que l'on a récemment mis au point des matériaux isolants à base de crin; cette matière semble, en effet, posséder des qualités antivibratoires intéressantes et entre dans la composition de matières isolantes qui doivent être employées dans chaque cas suivant une technique appropriée.

Il est intéressant de constater que le problème de l'isolement acoustique et antivibratoire des machines se pose non seulement dans les immeubles d'habitation et dans les immeubles commerciaux, mais aussi dans les centrales, usines, etc. où les vibrations risquent toujours de détériorer rapidement le matériel et de compromettre la bonne tenue du bâtiment; elles entraînent souvent la formation de fissures surtout dans les ouvrages en ciment armé, tels que terrasses, dallages, etc.

Si l'on arrive à supprimer complètement la transmission des vibrations dans les usines, on pourra réaliser des économies appréciables dans la construction des planchers et des colonnes que l'on pourra simplement calculer avec le coefficient de sécurité correspondant au poids statique des machines; l'isolation antivibratoire permet, en effet, de soustraire les divers éléments de la construction aux efforts dynamiques dont il faut toujours tenir largement compte dans les projets.

L. P.

*
**

La peinture à l'aluminium.

On appelle peinture à l'aluminium une peinture constituée par des paillettes d'aluminium extrêmement fines, mélangées à un support approprié.

La poudre d'aluminium qui sert à la confection de la peinture est obtenue par bocardage de feuilles d'aluminium très minces.

Cette opération exige l'emploi d'un lubrifiant pour éviter que, sous l'influence du pilonnage et du dégagement de chaleur qui en résulte, les paillettes ne viennent à se souder les unes aux autres.

Les paillettes, ainsi obtenues, ont seulement une éépaisseur de un à deux microns, leurs autres dimensions étant sensiblement plus grandes, et pouvant atteindre 200 fois l'épaisseur.

C'est à cettre structure lamellaire que la poudre d'aluminium doit une de ses principales propriétés qui consiste à former un véritable écran métallique à la surface de la peinture.

Ce résultat d'ailleurs ne peut être obtenu que si l'on part d'un métal titrant au moins 99 %. La présence d'impuretés : fer, silicium, à une teneur supérieure à 1 %, rend en effet l'aluminium dur et cassant. Ce dernier donne alors, au bocardage, des grains irréguliers dont l'épaisseur est du même ordre que les autres dimensions.

La poudre d'aluminium destinée à la peinture doit être formée par des paillettes de dimensions différentes, de façon que les plus petites puissent boucher les intervalles existant entre les plus grandes, en constituant une surface continue.

A cet effet, on passe au tamis les produits du bocardage, et on procède aux combinaisons nécessaires pour obtenir une bonne peinture.

La poudre est ensuite soumise à un brillantage. Celui-ci s'effectue dans un tambour tournant, muni de brosses, et en présence d'un lubrifiant tel que l'acide stéarique.

Cette opération est très importante, non seulement au point de vue de l'aspect de la peinture et de son pouvoir réfléchissant, mais encore en ce qui concerne la façon dont les lamelles se recouvrent les unes les autres, en s'orientant toutes parallèlement à la surface du support.

Si on mélange de la poudre d'aluminium avec un support approprié et si après avoir agité, on laisse reposer, on voit la poudre remonter, et les particules d'aluminium former une surface métallique continue, en se recouvrant à la manière des écailles de poisson.

Cette aptitude de la poudre à feuilleter dépend de son degré de brillantage, de la nature du lubrifiant employé, et de la tension superficielle du support.

Les principaux supports employés sont les vernis, les laques cellulosiques, et les peintures bitumineuses.

Pour les applications à l'intérieur, presque tous les vernis peuvent convenir; mais pour l'extérieur, il ne faut employer que des vernis très résistants, chargés en huile, et contenant peu d'éléments volatils.

La poudre d'aluminium assure une protection marquée contre les rayons solaires aux peintures bitumineuses qui, employées seules, ont l'inconvénient de se craqueler facilement sous l'action de ceux-ci.

Il est en général préférable de préparer la peinture à l'aluminium au fur et à mesure des besoins.

La composition type correspond à 0 kg. 200 de poudre pour 1 kg. de support (dans le cas d'une laque cellulosique, 0 kg. 100 par litre de laque).

La peinture à l'aluminium s'applique au pinceau, dans les conditions habituelles.

Toutefois l'emploi du pistolet pneumatique est recommandé pour la peinture à base de laque, ou lorsqu'il s'agit de peindre une surface qui n'est pas parfaitement lisse.

La surface à peindre doit être entièrement exempte de graisse, d'humidité, et de rouille, sans quoi l'adhérence risque d'être mauvaise.

La peinture à l'aluminium possède un pouvoir masquant très élevé, car les paillettes sont absolument opaques à la lumière.

Cette peinture réfléchit environ 70 % de la lumière qu'elle reçoit; c'est en raison de ce pouvoir réfléchissant élevé que, les écrans de cinéma, notamment, sont métallisés à l'aluminium. Cette propriété s'étend également aux rayons calorifiques et trouve une intéressante application dans la protection des surfaces exposées au soleil.

On a constaté, en particulier, au cours d'essais effectués aux Etats-Unis [1], que les pertes par évaporation étaient sensiblement réduites dans les réservoirs d'essence par l'emploi de la peinture à l'aluminium.

Le pouvoir émissif de la peinture à l'aluminium atteint environ 30 % de celui du corps noir. Il peut être avantageux de peindre à l'aluminium des fours fonctionnant à température élevée, des tuyauteries de vapeur, etc., et de diminuer ainsi les pertes par rayonnement.

Le pouvoir couvrant de la peinture à l'aluminium peut être chiffré à 15 m² par kg. pour les surfaces planes et lisses; pour des surfaces de forme compliquée, telles que des fermes métalliques, il s'abaisse à 10 m² environ.

Les paillettes métalliques, formant la surface extérieure de la peinture à l'aluminium, assurent contre l'humidité une protection efficace de la surface recouverte. Cette imperméabilité est spécialement intéressante pour la protection du bois qu'elle soustrait aux alternatives de séchage et d'humidité, principale cause de pourriture.

A volume égal, la peinture à l'aluminium ne pèse, en moyenne, que la moitié du poids des peintures ordinaires; à pouvoir couvrant égal, elle pèse moins encore. Il convient naturellement de tenir compte de cette particularité; pour faire une comparaison des prix dans l'un et l'autre cas.

Citons maintenant quelques exemples d'application de la peinture à l'aluminium :

peinture des charpentes et des ponts métalliques;

peinture des pylônes des lignes de transport de force, et des pylônes d'éclairage dans les gares;

peinture des réverbères, rendus ainsi plus facilement visibles la nuit aux automobilistes;

peintures des chaudières et des tuyauteries de chauffage central;

vernis des carrosseries d'automobiles;

revêtement des ailes et du fuselage des avions;

1. Voir à ce sujet les publications de la Société « L'Aluminium français », dont nous avons utilisé les renseignements dans la présente chronique.

peinture des réservoirs de pétrole et des wagons-citernes pour le transport des combustibles liquides;

emploi dans les procédés de décoration moderne (reliure, catalogues, panneaux de publicité, etc.).

Nous avons gardé, pour terminer, l'application de la peinture à l'aluminium dans les constructions navales, où son emploi présente un intérêt tout particulier [1].

Dans la marine, la peinture joue un rôle très important, étant donnée la nécessité de protéger les éléments des navires contre l'action corrosive de l'eau de mer et de l'air salin. Or, à titre d'exemple, le tonnage, représenté sur un cuirassé par l'ensemble des peintures, peut atteindre, paraît-il, 100 tonnes. On saisit tout de suite l'avantage d'employer, dans ce cas, une peinture légère et à pouvoir couvrant élevé.

Aussi l'emploi de la peinture à l'aluminium commence-t-il à se généraliser dans les constructions navales, spécialement dans la marine de guerre des Etats-Unis qui en fait de nombreuses applications.

Ph. T.

§ 4. — Géographie.

Mission scientifique saharienne du Commandant Bénard Le Pontois.

Une importante mission scientifique que dirigeait M. le Capitaine de frégate Bénard Le Pontois vient d'être accomplie à travers le Sahara dans les premiers mois de cette année. Il avait avec lui de nombreux et éminents collaborateurs, M. le comte Begouën, professeur à la Faculté de Toulouse; Mlle Camuset; M. Benoît, ancien élève des Chartes, attaché à la Résidence générale du Maroc; le Dr Kossovitch, de l'Institut Pasteur; le Commandant Le Camus; M. Faivre, opérateur de cinématographe, et M. Romain-Desfossés.

De Ouargla la mission gagna le Gassi-Touil où elle effectua d'importants travaux. Plus au sud, elle séjourna pendant vingt-cinq jours, au Tifedest, où le Commandant Le Camus dirigea les observations géologiques. De son côté, M. le comte Begouën, aidé de MM. Benoit et Louis Begouën, a dirigé avec succès des recherches préhistoriques et recueilli d'intéressantes collections.

Le Commandant Bénard Le Pontois est parti seul dans le haut Ighargharen et de cette vallée il passa dans la région volcanique de l'Amdrar avec un Targui, un goumier et un chamelier, sans y faire de campement; il portait seulement avec lui de l'eau et des vivres. Grâce à cette courageuse exploration, il put relever une carte générale de la région, qui apporta beaucoup de rectifications à tout ce qui était présumé précédemment. Le Commandant Bénard Le Pontois a regagné le groupe de la mission

1. Voir à ce sujet, *Revue de l'Aluminium*, mars-avril 1931 A. de Biran, l'Aluminium et ses alliages dans les constructions navales.

après avoir parcouru à méhari ou à pied plus de 400 kilomètres, et il a rapporté de nombreux documents et des collections photographiques importantes.

De son côté, le Dr Kossovitch a poursuivi avec un brillant succès des travaux d'anthropométrie et de sérothérapie.

La mission a stationné à Amguid pour quelques recherches en opérant son retour. Elle est arrivée à El Oued le 1er février, et de là elle est repartie pour Tozeur et le Sud-Tunisien. De Gabès elle est arrivée le 7 février à Tunis, et le 12 à Alger, d'où elle a gagné la France. Elle a débarqué le 16 février à Marseille.

En même temps que la mission avait eu comme but principal de réunir de nombreuses observations scientifiques, elle avait eu aussi celui de rapporter des documents et des collections en vue de l'Exposition coloniale. Les résultats obtenus ont été très brillants. On a rapporté dix mille mètres de film sonore; puis des croquis et des peintures intéressant l'ethnographie, des prélèvements sérologiques destinés à l'Institut Pasteur; des notations relatives à la géodésie, à l'électricité atmosphérique et à la géologie sahariennes; enfin une collection très riche de squelettes et d'instruments préhistoriques datant des époques de la pierre taillée et de la pierre polie.

Comme l'a fait observer M. Le Pontois, qui est professeur de préhistoire à l'Ecole d'anthropologie, les exhumations faites au cours de la mission ont prouvé que les déserts du Sahara et du Sahel sont en réalité de vastes nécropoles. Une vie intense a régné évidemment, aux temps préhistoriques, sur toutes les étendues de ces régions aujourd'hui sahariennes. Le climat y fut même très humide, ainsi qu'en témoignent d'anciennes terrasses d'alluvions, découvertes au cours de ce voyage.

Toutes les observations faites par cette mission très laborieuse sont venues en outre apporter de précieuses informations pour tout ce qui concerne la construction du Transsaharien, et l'on voit de plus en plus toute la haute portée qu'il offrira[1].

Gustave REGELSPERGER.

***

Campagnes océanographiques du « Discovery » et du « Scoresby » dans l'Atlantique austral[2].

La chasse des baleinoptères dans l'Atlantique austral vers la Géorgie du Sud, les Orcades du Sud, Shetland du Sud, Sandwich du Sud est soumise au contrôle du gouvernement britannique; toutefois les mesures à appliquer ne peuvent être décidées qu'après une enquête approfondie portant sur tout ce qui se rattache au mode d'existence et de reproduction de ces animaux. Le gouverneur des Falkland décida alors d'organiser une expédition scientifique ayant pour mission d'effectuer toutes les observations susceptibles de résoudre les divers problèmes qui se posaient relativement aux migrations des baleinoptères et deux bateaux furent armés dans ce but, le *Discovery* et le *William Scoresby* et leur programme de recherches fut préparé dès 1920 par E. R. Darnley et S. Kemp.

Les « Discovery Reports », publiés en 1929 à Cambridge à la suite des campagnes entreprises par ces deux navires, nous font maintenant connaître les résultats de cette mission, et, s'il n'est pas possible de résumer en quelques lignes six cents pages de texte, du moins peut-on indiquer quelques résultats obtenus.

A la station de Grytviken, installée en Géorgie du Sud, il a été disséqué et étudié, de janvier 1925 à avril 1927, 1.683 animaux.

Deux espèces de baleinoptères sont capturées dans la proportion de 90 p. cent dans l'Atlantique austral : Southern Blue (*Balaenoptera musculus*) et Fin Whale (*B. physalus*). Ces deux espèces diffèrent, notamment par leurs dimensions. Les mâles de *B. musculus* ont, en moyenne, 23 à 25 m. de longueur, les femelles 25 à 27 m., l'une d'elles atteignit 28 m. 50; les mâles de *B. physalus* ont seulement 20 à 22 m., les femelles 21 à 23 m., l'une, la plus grande, 24 m. 5. Les baleiniers vont capturer les baleinoptères, en hiver austral sous les latitudes chaudes jusqu'à la hauteur de l'Afrique du Sud, où les animaux vont chercher une nourriture plus abondante. Les baleinoptères capturés sont immatures dans la proportion de 80 p. cent, ce qui est un danger pour le peuplement des eaux, car on supprime ainsi un nombre considérable de reproducteurs. Lorsque l'été austral approche les baleinoptères retournent vers les archipels antarctiques où ils trouvent, surtout près de la Géorgie du Sud, *Euphosia superba*, leur nourriture préférée, en grande quantité.

Les études des membres de la mission ont porté également sur l'éléphant de mer, qui semblait avoir disparu à la suite des massacres exagérés de la part des chasseurs; ils n'avaient fait qu'émigrer; ils sont aujourd'hui revenus nombreux en Géorgie du sud et leur chasse est réglementée. Des poissons inconnus (18 espèces) ont été pêchés; les oiseaux ont été étudiés; des observations océaniques très variées ont été effectuées. Tous ces résultats font le plus grand honneur aux organisateurs et aux naturalistes de l'expédition.

M. R.

1. D'importantes informations sur cette mission ont été données, notamment dans *La Dépêche Coloniale et Maritime* 27 janvier et 21 février 1931.

2. *La Géographie*, 1-2, 1931.

L'UNIVERS ÉLECTROMAGNÉTIQUE
PAR UNE NOUVELLE LOI DE LA GRAVITATION

(Suite)

V. — FORMULE DE L'ACTION RÉCIPROQUE ENTRE DEUX SYSTÈMES QUELCONQUES ISOLÉS DANS L'ÉTHER PUR.

L'éther, avons-nous dit, représente la partie immobile rigide qui constitue le théâtre des opérations auxquelles donne lieu l'élément d'inertie mobile dans son sein. Ceci représente le fondement de nos conceptions qui se complètent des deux notions indispensables de l'espace et du temps absolus.

Tout ce que nous allons dire se rapporte à un système idéal de référence X.Y.Z placé dans l'éther immobile.

Ce n'est qu'après avoir conçu ces opérations dans l'absolu que nous pourrons en déduire ce qui doit se passer par rapport à des systèmes de référence animés d'un mouvement quelconque dans l'éther immobile; et c'est à ce moment que nous pourrons voir si la théorie énoncée fournit une interprétation satisfaisante du principe de la relativité.

On voit qu'une théorie fondée sur l'unité de la matière laisse exacte la proposition newtonienne en remplaçant simplement l'expression « point matériel » par le mot « grain d'inertie », et à la condition qu'on ne parle que de l'action entre grains d'inertie qui seraient isolés dans l'espace et qui ne feraient pas partie eux-mêmes d'un système de gravitation.

Entre deux pareils grains d'inertie se manifeste une force qui est de la forme $\frac{K}{r^2}$ dans laquelle K est une constante universelle.

Mais ce cas ne se présente jamais et l'on a toujours à considérer l'interaction non pas entre deux grains d'inertie isolés, mais entre deux systèmes matériels qui sont des agglomérations d'inertie.

Or un système qui se meut dans l'éther et qui apporte ainsi une perturbation au champ de force entraînera une modification dans le champ potentiel de l'espace, modification qui dépendra non seulement du volume inerte contenu dans le système, mais du volume du système lui-même.

Son action attractive n'étant en réalité que le résultat de la destruction de l'action positive de l'éther, la perturbation apportée sera bien proportionnelle au volume d'inertie contenu dans le système, c'est-à-dire proportionnelle au nombre de grains d'inertie, mais elle se manifeste dans la même proportion qui existe entre le volume d'éther annihilé et le volume d'éther du système.

On comprend que si un système de masse m occupe un certain volume dans l'espace ou s'il occupe un volume double, la perturbation qu'introduit la masse ne sera pas la même dans les deux cas. L'action positive de ce système restant proportionnelle au volume d'éther qu'il renferme, elle sera dans le premier cas deux fois moins grande que dans le second.

Il faut bien se pénétrer de cette idée que la notion nouvelle que nous voudrions introduire dans la science et qui fait résider la véritable action potentielle de l'espace dans tout volume qui n'est pas occupé par l'inertie, qui fait par conséquent de l'attraction une action négative, entraîne la nécessité de tenir compte du rapport entre le volume d'inertie et le volume total d'un système pour déterminer la valeur de la perturbation apportée par celui-ci.

On peut dire qu'un système de volume v est toujours composé de 2 volumes. On a $v = v_0 + v_1$, v_0 représentant le volume occupé par les grains d'inertie et v_1 le volume occupé par l'éther. L'action positive de ce système sera proportionnelle au volume v_1, alors que l'action positive exercée par le volume d'éther était proportionnelle à v avant qu'il soit occupé par le système.

La perturbation consiste par conséquent dans ce fait que l'action positive, émanant de la région de l'espace occupée par le système, a passé par unité de volume de la valeur $\frac{v}{v} = 1$ à la valeur $\frac{v_1}{v} < 1$.

Ce rapport que nous désignerons par f est ce que l'on peut appeler le coefficient d'action du système ou potentiel.

L'action positive de l'unité de volume étant passée de 1 à f, on peut dire que tout se passe comme si ce système apportait dans le champ potentiel de l'espace une perturbation qui se traduit par une force attractive proportionnelle à $1 - f$.

Or dans l'égalité $v = v_0 + v_1$, si on divise les deux membres par v, on a

$$1 = \frac{v_0}{v} + f$$

$$1 - f = \frac{v_0}{v}.$$

Or v_0 représente la masse m et $\frac{v_0}{v}$ n'est autre que la densité d du système.

L'action attractive est par suite proportionnelle à la densité.

On voit ainsi qu'il est essentiel pour déterminer le champ de forces créé par un système de masse m dans l'espace, de tenir compte de la densité ou coefficient d'inertie.

De telle sorte que si l'interaction est bien le résultat de mm' actions réciproques représentant les combinaisons des grains d'inertie deux à deux, la valeur de chacune de ces interactions est affectée du coefficient $(d + d')$. Finalement, l'interaction entre les deux systèmes est traduite par la formule :

$$a = mm'\left(\frac{d + d'}{r^2}\right)$$

en choisissant convenablement les unités de force, de volume et de masse.

Nous prétendons que le facteur complémentaire ainsi ajouté à la formule de NEWTON permet d'expliquer tous les phénomènes corpusculaires en donnant au phénomène électrique toute sa signification.

On verra que si le facteur mm' caractérise l'intensité électrique, le facteur $\frac{d + d'}{r^2}$ caractérise la tension et l'on comprendra ainsi en quoi ce facteur représente la force alors que le premier, mm', représente la quantité d'inertie ou de matière intéressée par cette force.

Cette formule ferait de l'univers un phénomène purement électrique et c'est à dessein que nous ne disons pas encore, un phénomène électro-magnétique.

Lorsque nous aurons expliqué en quoi consiste, suivant nous, le magnétisme, nous verrons que la formule de l'interaction entre deux systèmes, pour être rigoureusement exacte dans tous les cas, exige qu'on la complète en y introduisant une fonction spécifique des effets magnétiques et dont le rôle peut être parfois très important comme nous le montrerons plus tard.

VI. — CHAMP DE GRAVITATION OU CHAMP DE FORCE

L'idée d'un univers discontinu, quantique, idée que nous avons poussée jusqu'à l'extrême limite de l'unité de matière, idée qui s'impose de plus en plus à la lueur des résultats expérimentaux de la physique moderne, entraîne cette conséquence :

Il n'existe dans l'univers que des systèmes de gravitation qui s'échelonnent depuis la limite que nous avons arrêtée au grain primordial d'inertie jusqu'à une limite dans l'infiniment grand qui sera le globe universel aux dimensions finies, comme l'est le grain primordial origine.

Entre ces deux limites inaccessibles pour l'homme, nous n'avons à considérer que la suite des échelons accessibles, depuis le plus petit corpuscule actuellement décelé, jusqu'aux voies lactées caractéristiques des molécules astronomiques que le télescope peut découvrir.

Dès lors, avec cette conception, qu'est-ce qu'un phénomène ?

Ce ne peut être qu'une rupture d'équilibre entre des systèmes dont l'ordre de grandeur correspond à la nature du milieu considéré.

En astronomie, ce sera un mouvement planétaire dont la trajectoire sera déterminée d'une façon rigoureuse, si la valeur de l'interaction entre l'astre considéré et les autres astres situés dans un rayon d'influence efficace est donnée par une formule exacte.

S'il s'agit d'un phénomène terrestre, ce ne peut être qu'une rupture d'équilibre dans les milieux moléculaires constitutifs de corps solides, liquides, vaporeux, gazeux et aussi dans ce milieu corpusculaire, inter- et intra-atomique auquel on pourrait donner le nom d'éther calorifique et lumineux. Ether qu'il faut bien se garder de confondre avec l'éther pur intersidéral rigoureusement immatériel qui remplit l'espace.

Dans tous ces milieux, la connaissance entière du phénomène exigera que l'on détermine mathématiquement la trajectoire des corpuscules en jeu grâce à la loi d'interaction.

La position de tous les systèmes pouvant exercer une influence sur le phénomène détermine un champ de force qui se traduit en chaque point par une force vectorielle ; résultante algébrique et géométrique de toutes les actions venant des systèmes influant sur le point considéré.

La trajectoire d'un système moléculaire ou corpusculaire sera fixée par la valeur de l'accélération subie par le système dans ses positions successives. Cette accélération sera, elle aussi, déterminée exactement si la formule d'interaction entre le système et le champ de force est connue : interaction qui est, somme toute, la résultante algébrique et géométrique des interactions du système avec tous les systèmes constitutifs du milieu influent.

Elle peut toujours être représentée par l'inter-

action entre le système m et un certain système résultant M de densité D qui serait placé à une distance convenable dans le sens correspondant.

On se trouve donc en possession d'une dynamique du système matériel (et non du point matériel) qui doit être d'accord avec les faits si la formule d'interaction est exacte.

Il est facile de voir que si l'on applique cette méthode à un système quelconque placé dans le champ de gravitation terrestre, la correction que nous avons introduite dans la formule de NEWTON donnera l'explication du mouvement des corps en chute libre, mouvement qui se traduit par rapport à un système de référence accompagnant la terre, soit par une accélération dirigée vers le centre de la terre, soit par une accélération en sens opposé, suivant la valeur de la densité du système.

La formule d'interaction entre le champ de gravitation et un corps dense se traduit par une accélération dans le sens de la pesanteur. La même se traduit pour un ballon rempli d'hydrogène par un mouvement ascensionnel dirigé en sens contraire.

Entre les deux se trouve un milieu possédant la densité d'équilibre au point considéré et qui aura une accélération nulle [1].

Pesanteur et principe d'Archimède. — Nous référant à ce qui vient d'être dit et en nous plaçant en un point situé à une distance r du centre de la terre, le champ de force (ou champ de gravitation terrestre) est caractérisé par une masse M, une densité D et une distance r et le système que nous plaçons en ce point a une masse m et une densité d. La formule d'interaction donne une attraction qui algébriquement a la valeur :

$$F = Mm \frac{D + d}{r^2}.$$

L'accélération subie par le système sera :

$$\gamma = \frac{F}{m} = M \frac{D + d}{r^2}.$$

Plus d est grand, plus γ est grand et pour une certaine valeur d_1, l'accélération ainsi calculée sera égale à l'accélération γ_1 correspondant à l'accompagnement de la terre dans son mouvement de rotation autour d'un axe ; d_1 sera la densité d'équilibre au point considéré. Et cet équilibre correspondra au repos par rapport à un système de référence lié à la terre.

Pour une valeur de la densité d_2 plus grande que d_1 on aura une accélération γ_2 plus grande que γ_1 et le système aura une accélération positive $\gamma_2 - \gamma_1$ par rapport au système de référence lié à la terre.

De même si le corps a une densité d_3 plus petite que d_1 le système aura par rapport au même système de référence une accélération négative $\gamma_3 - \gamma_1$.

On obtient ainsi la formule générale du double phénomène de la chute des corps et du principe d'ARCHIMÈDE, car il résulte bien de là que dans un milieu en équilibre à la surface de la terre et de densité d_1, tout corps plongé dans ce milieu sera attiré ou repoussé par la terre avec une accélération proportionnelle à la différence de sa densité et de celle du milieu.

Axiome copernicien de l'action et de la réaction. — Ainsi que nous l'avons vu, la mécanique copernicienne reste la solide assise de la science. Ses axiomes restent vrais.

A la suite des explications fournies par les précédents chapitres, on doit mieux comprendre ce que nous avons voulu entendre au début de ce travail en disant : les Coperniciens se sont trompés sur un point capital, la détermination physique de la force.

D'après les doctrines classiques, l'interaction entre deux systèmes était donnée par la formule $F = \frac{K}{r^2} mm'$ de telle sorte que l'effet de la masse m sur la masse m' se traduisait par une force $\frac{Km}{r^2}$ appliquée à m' et l'accélération qui devait en résulter pour m' était $\gamma' = \frac{Km}{r^2}$. De même l'accélération γ prise par m était :

$$\gamma = \frac{K}{r^2} m'.$$

L'axiome de l'action et de la réaction se traduit par l'équation qui résulte de la précédente

$$\frac{\gamma}{\gamma'} = \frac{m'}{m}.$$

En définitive, cette équation exprime simplement que l'accélération est le quotient de la force par la masse. Axiome que nous avons conservé.

Dans la formule d'interaction complétée que nous proposons, on aura de même :

$$\gamma = \frac{Km'}{r^2} (d + d')$$

$$\gamma' = \frac{Km}{r^2} (d + d')$$

d'où

$$\frac{\gamma}{\gamma'} = \frac{m'}{m},$$

1. On objectera probablement à notre théorie que la formule newtonienne est vérifiée par la façon dont se comportent les solides de densités différentes tombant *dans le vide*. Nous prions le lecteur de trouver à la fin de notre article les raisons par lesquelles ces objections se trouvent réfutées.

et cela nécessairement, puisque le principe de proportionnalité de la force à l'accélération reste admis.

Ainsi l'axiome copernicien reste vrai mais les accélérations γ et γ' sont différentes des accélérations newtoniennes car elles sont affectées toutes deux du facteur $(d + d')$.

Ce que nous venons de dire restera vrai si, au premier facteur de correction $(d + d')$ que nous pourrions appeler facteur électrique, nous ajoutons en approximation encore plus rigoureuse un deuxième facteur de correction qui sera le facteur magnétique.

Théorème des forces vives. — Ce théorème découlant du principe de l'action et de la réaction, reste rigoureusement vrai dans notre théorie.

VII. — Examen des conséquences de la formule universelle d'interaction sur la distribution des systèmes placés dans un champ de gravitation.

Nous avons vu déjà, dans le chapitre précédent, que l'introduction du facteur $(D + d)$ dans la formule newtonienne permettait de comprendre que sous l'effet d'un champ caractérisé par un système résultant de masse M de densité D, un système de masse m et de densité d avait une position d'équilibre bien déterminée; de telle sorte qu'une zone placée à une distance r du centre devait avoir une densité d qui était fonction de l'accélération nécessitée par le mouvement de rotation du champ.

Considérons donc un agglomérat correspondant à un état physique quelconque placé dans une zone du champ terrestre.

Supposons que cet agglomérat ne soit soumis qu'à l'action du champ de gravitation proprement dit, alors que pratiquement un milieu terrestre est soumis à l'action du champ théorique et à l'action d'un certain nombre de champs d'influence secondaire dont la présence est due à des causes qu'il est inutile d'énumérer ici.

Cet agglomérat : liquide, vapeur, gaz, etc., doit présenter, dans chacune de ses parties, une densité qui sera fonction de la distance au centre, c'est-à-dire de son altitude.

Dans un liquide, comme dans une vapeur ou un gaz, la densité doit s'échelonner par plans horizontaux, chacun de ces plans pouvant être considéré comme celui d'un étage de molécules.

Dans un fluide d'un état physique bien déterminé, le nombre de molécules en équilibre doit aller en diminuant au fur et à mesure qu'on s'élève verticalement.

Cette conséquence est bien conforme aux résultats de l'expérience. Nous renvoyons ici aux célèbres travaux de M. PERRIN[1].

On sait en outre que la pression dans une rangée horizontale quelconque est proportionnelle à la densité et comme cette densité est proportionnelle au nombre de molécules par unité de surface, on voit que la pression est inversement proportionnelle au carré de l'intervalle qui sépare deux molécules.

Il en résulte que la pression d'un fluide sur un plan horizontal déterminé est inversement proportionnelle au carré des intervalles moléculaires.

Ne doit-on pas voir là une preuve que la pression d'un fluide est en réalité égale à l'action réciproque entre deux molécules?

On voit ainsi qu'en appliquant la formule d'action réciproque aux systèmes matériels qui composent un milieu, on trouve divers résultats qui sont conformes aux faits constatés.

Ce sont :

1° La superposition étagée par plans horizontaux du nombre de molécules et de la pression dans un fluide en équilibre.

2° Parmi les conséquences de l'hypothèse d'AVOGADRO, celle qui fixe pour une température déterminée le même nombre de molécules pour tous les volumes égaux de gaz sous la même pression.

3° La loi de MARIOTTE selon laquelle la pression est proportionnelle à la densité pour une même température.

Dans toutes ces conséquences, il est réservé à la température un rôle prépondérant, mais nous ne pourrons faire intervenir cet élément dans notre théorie qu'après avoir expliqué en quoi consiste le phénomène calorifique, lumineux, électrique, ce qui est précisément le but et la conclusion de notre travail.

D'un point de vue général, ce qu'il faut retenir, c'est que dans le champ terrestre, comme dans tout champ de gravitation, c'est la densité d'un système qui lui assigne sa position d'équilibre.

De telle sorte qu'un champ de gravitation pourrait être assimilé à un plateau rigide tournant autour d'un axe qui lui serait perpendiculaire en son centre, et auquel tous les systèmes constitutifs du champ de gravitation seraient rivés.

Si un système n'est pas, dans le plateau, à la place qu'il devrait occuper, il est immédiatement sollicité par le champ à aller rejoindre sa position d'équilibre.

Un observateur placé dans le champ accompagne le plateau non seulement dans son mouvement

1. PERRIN : *Les Atomes.*

de rotation, mais dans son mouvement de translation dans l'espace.

Cela revient à dire que par rapport à un système de référence qui accompagne le champ de gravitation, les phénomènes se passent de la même façon quel que soit le mouvement de translation du système de gravitation dans l'espace.

Force élastique et cohésion. — Cette théorie qui assigne à chaque élément constitutif d'un milieu sa position d'équilibre donne à la fois l'explication de la force élastique d'un gaz et de la cohésion de la matière.

Lorsque les systèmes constitutifs d'un milieu sont au potentiel d'équilibre, le milieu est en équilibre.

Si, pour une raison quelconque, ces systèmes augmentent de volume, leur densité diminue et leur action répulsive réciproque augmente. La nécessité de l'équilibre exige par conséquent que les intervalles intermoléculaires augmentent.

On voit que la force élastique qui tend à faire prendre au milieu un volume plus grand que celui qu'il occupe est due au coefficient d'action des molécules qui le composent.

Si, au contraire, les molécules se contractent et augmentent de densité, c'est le coefficient d'action de ces molécules qui diminue alors que leur coefficient d'inertie augmente. Ces deux coefficients étant, comme on l'a vu, complémentaires.

Les molécules, dans ce cas, pour le maintien de l'équilibre, sont amenées à se rapprocher.

On voit ainsi que dans tous les milieux quels qu'ils soient, il y a une force élastique qui tient au coefficient d'action ou potentiel des molécules et une cohésion qui tient à leur coefficient d'inertie.

On voit de plus en plus, à l'examen des faits, que tous les phénomènes de l'univers proviennent de cette raison qu'à une masse quelconque sont attachés deux coefficients complémentaires; le coefficient d'action répulsive ou volume d'éther par unité de volume et le coefficient d'inertie qui représente la partie de l'unité de volume dont l'action répulsive est supprimée.

Il est un autre corollaire très important qu'il faut faire ressortir de la théorie :

Lorsqu'un système est en équilibre dans un milieu, la différence D-d entre la densité D de ce milieu et la densité d du système a une valeur déterminée et la densité d est, comme nous l'avons dit, la densité d'équilibre du système placé dans ce milieu.

Il est à remarquer que l'action répulsive entre deux systèmes dans le vide est donnée par la formule $\frac{mm'}{r^2}(f + f')$, f et f' étant le potentiel ou coefficient d'action répulsive, et comme f et f' sont respectivement égaux à $1-d$ et à $1-d'$, l'action répulsivue est $\frac{mm'}{r^2}(2-d-d')$.

Si f prend la valeur f_1, d prend la valeur d_1, et la différence $d-d_1$, représente au signe près la différence $f-f_1$.

Des différences de coefficient d'inertie sont au signe près la même chose que des différences d'action potentielle.

On voit par là que la différence d'action réciproque répulsive, lorsque la densité varie, s'obtient en grandeur en prenant la différence des densités. Si, pour une raison quelconque, la densité du milieu devient D', le système est chassé du milieu par une action algébriquement proportionnelle à la différence D' — D.

Et si le système passe d'une densité d à une densité d' dans le milieu de densité D où il est en équilibre, il est encore chassé par une action proportionnelle algébriquement à $d'-d$.

Energie cinétique des gaz. — Tout ce que nous venons de dire fait suffisamment ressortir que la pression d'un fluide n'est autre que l'expression de la force qui tend à maintenir l'intervalle entre les molécules.

Tout le monde reconnaîtra que cette explication de l'énergie cinétique des gaz est plus rationnelle et plus scientifique que la théorie actuellement en cours et qui fait de la pression le résultat des chocs de molécules en mouvement désordonné, sur tout plan considéré à l'intérieur du fluide.

L'énergie cinétique produite par un fluide qui passe d'une pression h à une pression h' est égale au produit de la masse du fluide par le facteur $h-h'$.

Nous venons de montrer qu'une différence de pression ou de densité correspondait à la différence de potentiel du fluide lorsqu'il passe de la pression h à la pression h'.

On retrouve donc dans cette expression de l'énergie cinétique des gaz la formule W = E.I, E représentant la valeur de l'interaction ou tension moléculaire, et I la masse totale du fluide.

VIII. — Electricité universelle

Si la science se sert de l'électricité et résout même avec succès par le calcul un grand nombre de problèmes relatifs aux phénomènes électriques, si elle en a constaté les analogies hydrauliques, tout le monde reconnaît par contre qu'elle ignore en quoi consiste cette force.

En réduisant à deux les éléments en jeu dans l'espace : éther-force immobile ou vide absolu pour nos sens et agglomérats d'inertie mobiles

dans l'éther, la théorie que nous présentons fournit la notion précise de ce qu'est l'électricité.

L'éther pur est l'élément positif, c'est la force. L'inertie est l'élément négatif parce que, partout où passe l'inertie en mouvement, elle annule au même instant la force positive de l'éther.

Le positif, comme nous l'avons expliqué, représente la force qui émane en tous sens de toutes les unités de volume infiniment petites de cet élément immobile. Et la force exercée sur un autre élément de volume placé à l'unité de distance représente l'unité d'énergie potentielle contenue dans l'unité de volume d'éther.

L'éther pur a, par suite et par définition, un potentiel électrique égal à l'unité.

Si, maintenant, nous considérons un système en mouvement dans l'éther, ce système contient par unité de volume une certaine quantité d d'inertie : d est la densité moyenne de ce système ou son coefficient d'inertie.

Le potentiel absolu du système sera par suite

$$f = 1 - d.$$

Ces deux coefficients dont la somme est toujours égale à l'unité représentent l'un la charge positive absolue du système, l'autre sa charge négative absolue.

Lorsque deux masses m et m' sont en présence l'une de l'autre dans l'éther, elles ont, à la place qu'elles viennent d'occuper, remplacé un certain volume d'éther-pur dont le potentiel était 1 par de nouveaux volumes dont les potentiels sont devenus f et f'.

La tension électrique qui était une force répulsive égale à $\frac{1+1}{r^2}$ est devenue $\frac{f+f'}{r^2}$, autrement dit, la tension positive ou répulsive est passée de la valeur $\frac{2}{r^2}$ à $\frac{f+f'}{r^2}$.

Cette tension réciproque étant répétée d'unité de volume à unité de volume mm' fois, l'interaction positive est $mm'\left(\frac{f+f'}{r^2}\right)$.

Comme l'action d'éther à éther est $mm'\frac{2}{r^2}$ et correspond à l'immobilité, la diminution de tension ou potentiel provoquée par les deux systèmes en présence se traduit par une action négative ou attractive égale à la différence; cette attraction est donc égale à $mm'\left[\frac{2-f-f'}{r^2}\right]$.

Et en remplaçant f et f' par leur valeurs en fonction de d et d' on retrouve la loi d'interaction universelle avec la signification électrique :

$$a = mm'\left(\frac{d+d'}{r^2}\right).$$

On voit que si le facteur mm' représente l'intensité électrique i le facteur $\frac{f+f'}{r^2}$ représente le potentiel électrique e. On voit, en outre, que ce potentiel e est dans la formule d'interaction la somme des charges positives absolues des deux systèmes divisés par le carré de la distance.

Charges électriques. — Nous n'avons considéré que les charges absolues c'est-à-dire la différence de potentiel d'un système avec un milieu de densité nulle. Si nous définissons le potentiel d'un système par rapport à un milieu qui ne serait plus le vide absolu, il faut, pour définir la charge électrique de ce système, considérer la différence de son potentiel absolu avec celui du milieu dans lequel il est plongé.

Si f et φ sont les charges positives absolues ou potentiels du système et du milieu, la charge électrique du système dans ce milieu sera $f - \varphi$; il sera par conséquent électrisé positivement lorsque $f - \varphi$ sera positif. Il sera à l'état neutre lorsque $f - \varphi$ sera nul. Il sera électrisé négativement lorsque $f - \varphi$ sera négatif.

Si l'on remplace f et φ par $1 - d$ et $1 - \delta$, on peut dire qu'un système possède une charge électrique positive lorsque $d - \delta$ est négatif, nulle lorsque $d - \delta$ est nul et une charge négative lorsque $d - \delta$ est positif.

Un corps dense placé dans l'atmosphère terrestre possède une charge négative dont la valeur absolue est $d - \delta$. Un ballon d'hydrogène placé dans l'atmosphère possédera au contraire une charge positive de valeur absolue $\delta - d$.

Il faut remarquer que la charge électrique doit toujours être affectée du coefficient $\frac{1}{R^2}$; R représentant la distance du centre de gravité du système au centre de gravité du système représentatif du champ de force constituant le milieu.

L'importance de ce facteur $\frac{1}{R^2}$ est capitale pour comprendre les formidables différences d'accélération entraînées par des variations de potentiels, soit des milieux, soit des systèmes, suivant l'ordre de grandeur des systèmes qui en sont affectés.

On voit, par toutes ces considérations, que l'univers est un immense champ électrique au sens généralisé que nous venons de donner à l'électricité et cette généralisation permet de dire : tous les phénomènes sans aucune exception sont électriques; c'est la loi universelle de l'interaction qui détermine la trajectoire absolue suivie dans l'éther par un système quelconque.

Formule d'interaction entre deux systèmes qui seraient plongés dans un milieu d'un potentiel différent de l'unité. — La formule universelle de l'interaction qui est dans le sens répulsif ou positif $F = mm'\left(\frac{f+f'}{r^2}\right)$ prend une nouvelle forme si l'éther au milieu duquel se passe le phénomène, au lieu d'être rigoureusement pur, contient des éléments matériels tels qu'il possède un coefficient d'inertie δ soit un potentiel $\varphi = 1 - \delta$.

On comprend bien que si un système de potentiel f plongé dans l'éther pur amène une perturbation $1 - f$ du fait qu'il n'émane plus du volume qu'il occupe qu'une force f au lieu de 1, la perturbation qu'il apportera dans un éther de potentiel φ sera $\varphi - f$.

La formule devient dès lors :

$$F = mm'\left(\frac{f+f'-2\varphi}{r^2}\right),$$

ou, sous forme attractive[1] :

$$A = mm'\left(\frac{d+d'-2\delta}{r^2}\right).$$

On voit que deux systèmes placés dans l'éther pur sont toujours chargés négativement et par conséquent sont toujours sollicités l'un vers l'autre.

Plongés au contraire dans un milieu de potentiel variable, la charge négative ira en diminuant au fur et à mesure que δ augmentera, et l'attraction deviéndra négative et se transformera en action répulsive à partir du moment où 2δ deviendra plus grand que $d + d'$.

Nous aurons à nous servir de ce résultat très important pour définir en quoi consistent les phénomènes calorifiques, lumineux, électriques dans le sens particulièrement attaché à ce terme.

On verra ainsi qu'entre le phénomène électrique généralisé et ces phénomènes-là, il n'existe que la différence des milieux auxquels on applique la loi synthétique et universelle de l'interaction.

IX. — Electromagnétisme universel

Comme nous l'avons indiqué déjà plusieurs fois, l'étude d'un phénomène se ramène au calcul de l'action produite sur un système quelconque par le champ de force dû à l'ensemble de tous les autres systèmes dans la position qu'ils occupent à l'instant considéré et dans un rayon d'influence proportionné à l'ordre de grandeur du système.

Cette interaction entre le système et le champ de force est une résultante algébrique et géométrique et l'on peut par conséquent toujours assimiler un champ de force à un système résultant dont le centre de gravité a une position déterminée et possède des caractéristiques de masse et de densité également déterminées, de telle sorte que le calcul du mouvement du système dont on veut déterminer la trajectoire se ramène à la détermination de l'accélération qu'il prend à l'instant t et qui est donnée par la formule générale d'interaction entre deux systèmes placés dans le vide.

Il nous reste à voir si la formule d'interaction corrigée que nous avons proposée est suffisante pour expliquer tous les phénomènes.

Or, on s'aperçoit rapidement que cette formule n'est pas encore absolument rigoureuse, car elle admet implicitement que dans un système de masse m l'inertie est distribuée symétriquement par rapport à un centre et cela n'est pas exact.

Le potentiel f ou la densité $d = 1 - f$ ont été considérés comme étant les mêmes pour toutes les unités de volume du système ou plutôt ont été considérés comme identiquement distribués le long d'un rayon quelconque du système.

Cela serait vrai si l'architecture universelle était, pour ainsi dire, « centrique », alors qu'elle est axiale.

La terre subit du champ potentiel de l'espace des actions dirigées vers son centre et il est bien évident que cette action positive ou répulsive est minima dans la direction perpendiculaire à ce plan.

Or, il résulte de toute la théorie présentée que des systèmes d'un potentiel déterminé, placés dans un milieu et répartis sur une ligne droite, seront sollicités à se rapprocher d'autant plus les uns des autres que l'action extérieure du milieu sera plus forte.

Les éléments terrestres sont plus rapprochés les uns des autres dans la direction voisine de l'axe terrestre que dans une direction voisine du plan équatorial. La terre est plus contractée dans le sens de la ligne des pôles que dans le sens équatorial et son léger aplatissement en est la preuve.

On peut donc considérer que tout système possède un plan diamétral auquel on pourrait donner le nom de plan magnétique ou plan de polarisation, dans lequel les molécules constitutives ont un rapprochement maximum et que la densité dans les différents plans parallèles à ce plan

---

1. Le lecteur s'apercevra que dans le cours de ce travail, on prend tantôt la différence des potentiels $\varphi - \varphi'$ tantôt la différence des densités $\delta - \delta'$.

Le lecteur s'est bien rendu compte que si les charges positives et les charges négatives sont deux choses différentes, les différences de charge sont les mêmes, du fait que la charge positive et la charge négative d'un système sont deux quantités complémentai es .

magnétique va en décroissant vers le Nord et vers le Sud, pour atteindre un certain minimum à chacun des deux pôles magnétiques.

En définitive, sous l'action de l'énergie potentielle de l'espace, un sphéroïde de gravitation est comprimé suivant tous ses rayons dans la direction du centre jusqu'à une zone de densité maxima.

Mais comme il s'agit toujours d'une action rectiligne, le magnétisme est dû à l'inégalité de cette action suivant les différents rayons.

Cette action est maxima dans un méridien suivant une direction qui devient l'axe magnétique. et minima suivant la direction perpendiculaire qui est génératrice du plan magnétique.

Pour exprimer ce résultat par une formule, il faut dire que l'action potentielle f qu'exerce un système dans une direction quelconque, est la même pour tous les méridiens magnétiques; mais que dans chacun de ces méridiens, cette action est fonction de la latitude magnétique.

Si nous désignons par α cette latitude, la valeur de d qui doit entrer dans la formule d'interaction du système, dépend de la valeur de α et par conséquent a la forme $d(1 + \lambda \cos \alpha)$ dans laquelle d est la valeur de la densité au pôle magnétique, et dans laquelle λ est le coefficient magnétique du système.

La formule d'interaction de deux systèmes m et m' devient alors, en tenant compte du facteur magnétique :

$$mm'\left[\frac{d(1 + \lambda \cos \alpha) + d'(1 + \lambda' \cos \alpha')}{r^2}\right].$$

Telle est la formule électro-magnétique.

La formule électro-magnétique ainsi posée entraîne deux conséquences :

1° Si on joint les centres de gravité de deux systèmes dans l'espace par une ligne droite, elle traversera ces deux systèmes en des points dont les latitudes seront respectivement α et α' et la valeur de l'attraction sera maxima lorsque α et α' seront nuls, et minima lorsque α et α' seront égaux à $\frac{\pi}{2}$. Cette première conséquence recevra une application directe dans le phénomène de la polarisation de la lumière.

2° L'effet de l'interaction entre deux systèmes n'entraîne pas seulement une valeur de l'accélération qui détermine leur trajectoire, mais définit en outre une valeur de l'orientation que prennent les systèmes sous son influence.

Dans la plupart des cas l'interaction qu'on a à envisager est celle d'un système avec le système représentatif d'un champ de force. Ce dernier étant prépondérant.

Il est, par suite, intéressant de voir quel est l'effet produit par le champ électromagnétique qu'on peut considérer comme fixe sur un système qui en subit l'action, comme par exemple, le champ électromagnétique terrestre sur un système quelconque placé dans ce champ.

On peut négliger dans l'étude de cet effet la variation d'action potentielle du champ, suivant la latitude. En définitive, ne pas tenir compte de ce que la pesanteur va en décroissant depuis l'équateur magnétique jusqu'au pôle magnétique.

Il résulte de considérations mécaniques élémentaires que l'effet du champ de force sur le système sera double :

1° L'effet électrique sera celui qui fournira la valeur de l'accélération dirigée vers le centre de la terre.

2° Un effet magnétique d'orientation qui tendra à placer, par raison de symétrie, l'axe magnétique du système dans le plan méridien terrestre correspondant, et à faire pivoter cet axe de manière à faire occuper à son plan magnétique la position d'attraction maxima, qui est celle du vecteur électrique.

L'axe du système occupera donc une position perpendiculaire à la direction du champ électrique.

Si on donne le nom de force magnétique à celle qui semble s'exercer sur un des pôles du système, on voit que cette action est bien perpendiculaire à l'action électrique. Mais cette étude montre que cette action magnétique n'est en réalité qu'un second effet de l'action électrique universelle.

Pour voir que cette orientation des systèmes se confond avec la direction d'une aiguille aimantée, il suffit de considérer qu'un aimant est un solénoïde et que les courants circulaires parallèles dans lesquels il se décompose sont des courants corpusculaires qui jouent le rôle d'un système tournant autour d'un axe.

Il est un autre effet de l'interaction entre deux systèmes dans l'espace et dont nous n'avons pas parlé jusqu'ici. Il existe une dissymétrie dans cette interaction autre que celle qui résulte de la considération axiale ou magnétique, et qui est la suivante :

Les deux faces en regard de deux systèmes sont plus rapprochées que les deux faces opposées. Leurs interactions sont donc différentes.

Un système dans l'espace soumis à un champ de force subit des effets différents suivant les directions et pour ne considérer que son anneau magnétique perpendiculaire à son axe, celui-ci ne subira pas de l'espace une action normale, mais une action oblique qui se traduira par une com-

posante tangentielle provoquant ainsi un mouvement de giration.

En résumé, sur un système placé dans son champ de force se produisent trois effets :

1° L'effet électrique qui détermine sa trajectoire.

2° L'effet magnétique qui détermine son orientation et influe partiellement sur sa trajectoire.

3° Un effet giratoire qui détermine à la fois sa vitesse angulaire de rotation et définit la position Nord par la règle d'AMPÈRE.

(A suivre.)

Max Franck,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

LA GENESE DE L'OPÉRATION DE LA JONCTION GÉODÉSIQUE DIRECTE DE LA CORSE A LA CHAINE MÉRIDIENNE DES ALPES

(fin)

Les côtés du triangle, Campvey (Yviça)-Desierto-Mongô, publiés par le colonel PUISSANT[1] se chiffrent en effet respectivement par 142, 110 et 161 kilomètres. Ceux du triangle qui lui est accolé pour la détermination de Formentera atteignent encore 46, 110 et 124 kilomètres. Pour réaliser au début du XIXe siècle de semblables mesures, il a fallu aux observateurs presque tout innover dans l'occupation et dans la signalisation des sommets. Si l'on tient compte aussi du fait que les instruments ne permettaient pas encore de mesurer les angles dièdres des plans verticaux, mais seulement des angles situés dans le plan de la station et de deux des points à viser, c'est-à-dire rendaient indispensable le changement du plan de leur limbe à chaque nouvelle combinaison angulaire, même à chaque mouvement du point lumineux s'agitant fréquemment verticalement par des phénomènes de variation de la réfraction atmosphérique rapides et encore totalement inobservés, si l'on réfléchit que la visite de l'arsenal des sources artificielles lumineuses de l'époque était bien vite terminée et que la mise en action des lampes dites à courant d'air, considérées comme les meilleures de ces sources, exigeait, pour obtenir quelque effet, la juxtaposition de plusieurs d'entre elles, si l'on songe aux difficultés des recherches nocturnes des faibles points lumineux qu'elles constituaient à de semblables distances, on reconnaîtra qu'il fallait le concours simultané du génie, du courage, de la foi et de la jeunesse pour sortir vainqueur de pareilles difficultés.

1. *Mémorial du Dépôt de la guerre*, t. VII, p. 4. Paris, Ch. Picquet, géographe du Roi, 1840.

Les préparatifs de l'expédition se firent sous les plus favorables auspices. Le Bureau des Longitudes confiait la mission ; l'Empereur accordait tous les fonds nécessaires, le Gouvernement espagnol adjoignait deux commissaires et un vaisseau, l'Angleterre accordait un sauf-conduit. Cependant, dès leur arrivée en Espagne, BIOT et ARAGO eurent conscience de la nouveauté et des risques du problème[1].

ARAGO se charge alors d'aller établir le gîte et les instruments au sommet du Desierto de las Palmas, tandis que BIOT se rend dans lîle d'Yviça avec un des commissaires espagnols et y modifie d'une façon heureuse le projet initial de MÉCHAIN en remplaçant le sommet de Los Masos par celui de Campvey plus élevé, situé plus au Nord, plus facile à reconnaître de loin et possédant surtout le précieux avantage d'offrir des vues sur l'île de Formentera, par suite, de permettre une extension de la Méridienne d'environ un demi-degré de lati-

1. « A de si grandes distances, des signaux de jour « auraient été complètement invisibles. On devait y « suppléer par des lampes à courant d'air, derrière « lesquelles on plaçait de grands miroirs de métal « poli, pour réfléchir la lumière, et toutes les obser- « vations devaient se faire de nuit. Mais, malgré tant « de précautions, la chose était-elle possible et la clarté « de quelques lampes pourrait-elle percer à travers une « si grande profondeur d'air? Voilà ce qui n'était nul- « lement certain, et ce dont nous n'avions malheureu- « sement que trop de raisons de douter. Quelque ef- « frayants que fussent ces obstacles, nous ne perdîmes « point courage : nous résolûmes d'établir nos stations « sur les montagnes les plus hautes, d'où les feux pou- « vaient le plus aisément être aperçus; d'y rester obs- « tinément plusieurs mois, s'il le fallait, et d'attendre « tout du hasard d'une nuit favorable, d'un temps calme, « d'un ciel parfaitement serein. » (BIOT, *Op. cit.*, p. XI.)

tude. Il y installe les reverbères et y fait monter une des trois tentes et une des trois cabanes démontables en planches[1], matériel destiné à chacune des trois stations du triangle de jonction, où l'on devait séjourner longtemps.

Il confie à l'un des deux commissaires espagnols mis à sa disposition, Rodriguez qui, « venu d'Es- « pagne en France par le seul désir d'étudier « l'Astronomie et les hautes mathématiques, à l'Ob- « servatoire et au Collège de France, s'était depuis « longtemps acquis notre estime et notre amitié », le soin de l'entretien, du réglage et de la bonne marche des réverbères.

Après avoir ainsi établi Rodriguez au sommet de Campvey, Biot retourne sur le Continent espagnol, mais une tempête le jette momentanément sur une petite île sablonneuse, appelée l'Espalmador, où il ne trouve qu'un gardien d'une vieille tour, quatre soldats malades et une famille de pêcheurs. Il peut cependant rejoindre l'Espagne et s'occupe de la détermination du troisième sommet de son grand triangle de jonction; c'est alors, après inspection sur place du projet de Méchain qui fixait ce sommet sur une colline de 200 m., d'ailleurs située à l'intérieur des terres et d'où il n'était pas sûr qu'on pût découvrir l'île d'Yviça, qu'il choisit la montagne de Mongô[2] d'environ 700 m. d'altitude, remarquable par son sommet arrondi, ses à-pics et le promontoire caractéristique par lequel elle s'avance en mer.

1. « ... Faible abri contre les coups de vent et les tem- « pêtes auxquels nous avons été si souvent exposés sur « nos montagnes. Le temps couvert et nuageux, ne laissant « pas voir la côte de Valence, nous dirigeâmes de « notre mieux les miroirs des lampes avec une boussole, « d'après la position que les cartes donnaient au De- « sierto de las Palmas où M. Arago était déjà placé. « M. Rodriguez resta dans l'île avec quatre matelots « pour veiller à l'entretien des réverbères et à ce qu'ils « fussent exactement allumés toutes les nuits. Ce n'est « qu'après avoir vu ces lieux sauvages que l'on peut « apprécier tout ce qu'il faut de zèle et de dévoue- « ment pour se résoudre à passer ainsi un hiver entier « dans une pareille solitude, n'ayant pour compagnons « que des matelots, pour nourriture que les aliments « les plus grossiers, pour promenades que des débris « de rocs, pour perspective que la vue monotone et uni- « forme de la mer. Et, ce qui achevait de rendre cette « situation pénible, M. Rodriguez n'avait pas même « la satisfaction de savoir si nous apercevions ses si- « gnaux; il devait ignorer pendant plusieurs mois s'il « nous était utile, ou si ses soins, ses veilles et sa « persévérance étaient perdus. » (*Op. cit.*, p. xiii.)

2. « D'Yviça, on apercevait le Mongo par un temps « serein, même étant dans une chaloupe au bord de « la mer; à plus forte raison, devait-on le découvrir « du haut des montagnes. Déterminé par ces circons- « tances favorables, je n'hésitai point à y établir une « station. Il n'y avait pas de chemin pour arriver au « sommet : on en tailla un dans le roc même; mais en- « suite, lorsque l'on connut mieux la montagne, on en « trouva un autre un peu plus commode dans le fond « d'un ravin creusé par les pluies et par les éboule- « ments de neiges. Ce fut à travers ce ravin, à peine « praticable pour des hommes, que l'on monta, non sans « peine, les caisses des réverbères, les miroirs, une « tente et les planches de la cabane; mais ces faibles « abris étant incapables de résister aux terribles coups « de vent auxquels cette montagne est exposée, à « cause de sa hauteur et de son isolement dans la « mer, on fut obligé de construire une petite maison « en pierres sèches dans une anfractuosité du rocher. « Là, des matelots s'établirent et passèrent la moitié « de l'hiver au milieu des ouragans et des neiges, allu- « mant nos signaux toutes les nuits, jusqu'à l'époque « où nous vînmes nous-mêmes les remplacer avec nos « cercles, et porter en ce point le centre de nos obser- « vations. D'autres matelots étaient chargés de leur « apporter des vivres, et jusqu'à de l'eau, qui manquait « sur ce sommet isolé : car c'est ainsi, avec de pau- « vres matelots et des paysans espagnols volontaire- « ment engagés à notre service, et dévoués à notre « entreprise, que nous avons exécuté toute l'opéra- « tion...

Dès que je fus de retour en Espagne, je courus « retrouver M. Arago sur le sommet du Desierto de « las Palmas. J'espérais qu'il aurait déjà vu et observé « plusieurs fois nos signaux; mais cette espérance était « vaine, et nous devions attendre longtemps encore « avant de les apercevoir. Cette épreuve était d'autant « plus fâcheuse, que les nuits avaient été très claires et « que l'on avait vu plusieurs fois au coucher du soleil, « les montagnes d'Yvice s'élever dans le lointain au- « dessus de l'horizon de la mer, distinctes et bien ter- « minées. Si l'on n'avait pas vu les feux, il y avait « bien sujet de croire qu'ils n'étaient pas visibles et « qu'on ne les découvrirait jamais davantage. Pour « surcroît de malheur, un de nos cercles que nous « avions apporté de Paris, s'était trouvé brisé quand « on avait voulu le déballer sur la montagne. Il ne « nous en restait plus qu'un seul construit par M. « Lenoir : c'était le plus grand à la vérité, et le « meilleur pour observer à de grandes distances; mais, « en supposant que nous puissions observer les feux « d'Yvice, si ce dernier cercle venait aussi à se briser « en le transportant sur d'autres montagnes, tout était « fini et l'opération était perdue. Ainsi les circons- « tances les plus défavorables se réunissaient contre « nous.

« Nous demeurâmes dans cette incertitude depuis le « milieu du mois d'octobre jusqu'au milieu de décembre, « restant obstinément sur notre montagne, veillant tou- « tes les nuits; n'ayant le jour d'autre société que « quelques aigles qui venaient planer autour de notre « habitation, ou de pauvres chartreux d'un couvent « situé à deux cents toises au-dessous de notre hermi- « tage, qui s'échappaient quelquefois dans leurs pro- « menades pour venir causer avec nous. Déjà nous « avions vu passer l'époque à laquelle nous aurions dû « nous rendre dans Yviza pour faire les observations de « latitude. Il était déjà décidé que cette opération « que l'on avait espéré terminer dans un hiver, du- « rerait au moins deux années, si pourtant elle était « possible...

« Tout remplis de la seule idée qui nous occupait, « nous ne songions, nous ne pouvions songer qu'à nos « travaux et aux invincibles obstacles qui, nous arrêtant « au commencement de notre entreprise, nous ôtaient « les moyens et jusqu'à l'espoir de la terminer. Tantôt « nous pensions que les miroirs avaient été mal dirigés « ou que quelque coup de vent avait emporté la cabane « et l'avait jetée dans la mer; car nous avions déjà « perdu plusieurs tentes par de semblables accidents, et « nous n'avions pu en préserver notre pauvre cabane « qu'en passant par-dessus des câbles, et la liant au « rocher. Quelquefois l'approche d'une belle nuit nous « remplissait d'espoir; mais cet espoir était toujours « trompé. Enfin, après deux mois de séjour et de ten- « tatives, nous imaginâmes un moyen simple et dé-

Lorsque les trois stations furent ainsi préparées et équipées, commença l'occupation du sommet du Desierto de las Palmas, où s'installèrent, dès le début d'octobre, BIOT et ARAGO. Mais les dispositions prises pour les observations n'avaient peut-être pas été prévues suffisamment dans tous leurs détails et en particulier le repérage approximatif de la direction azimutale de Campvey dans l'île d'Yviça avait été négligé. Quoique la lumière de ce poste eût été constituée par le groupement de cinq et souvent même de huit lampes à réverbères accolées, quoiqu'elle fût consciencieusement entretenue toutes les nuits, les observateurs ne parvenaient pas à l'apercevoir dans leurs lunettes. Et c'est ici que l'on est en mesure peut-être de mieux apprécier, et de la façon la plus tangible, ce paroxysme d'enthousiasme, de foi et de valeur morale dont j'ai déjà parlé comme portant à son degré maximum le rendement d'une préparation et de moyens techniques incomplets. Le fait de rester deux mois exposé à d'aussi pénibles conditions matérielles, sans apercevoir une seule fois le point brillant, objet unique des désirs et des soucis, n'indique-t-il pas une force intellectuelle presque surhumaine et aussi une intrépidité d'âme qui seraient incompréhensibles si l'on ne se replaçait pas par la pensée dans l'atmosphère exceptionnelle d'héroïsme et de gloire dont la France était alors baignée, s'exaltant aux immenses succès militaires et aux signes de l'apogée de la reconstitution de toutes les grandeurs civiles ?

Ce ne fut, en effet, qu'à partir du 4 décembre 1806, d'après les dates données par BIOT, qu'on put observer le feu de Campvey. L'angle entre celui-ci et le feu de Mongô ne put d'ailleurs être mesuré de nouveau que pendant les trois autres nuits des 9, 22 et 25 décembre. Mais le succès était obtenu, et l'on comprend pourquoi BIOT se plaît à décrire la méthode qui amena, dans le champ des lunettes, le point lumineux tant attendu, avec un soin qui pourrait paraître exagéré si l'on ne se souvenait pas, d'une part, que les angles préparés par MÉCHAIN dans son projet initial ne correspondaient plus à ceux du sommet de Campvey remplaçant celui de Los Masos, et, d'autre part, que l'imprécision des cartes en possession desquelles pouvaient se trouver les deux observateurs, empêchait toute mesure préalable d'orientation approximative des lunettes sur le limbe des instruments.

Au cours de cette station de Desierto de las Palmas, que les deux savants occupèrent pendant trois mois et demi et ne quittèrent définitivement qu'à la fin de janvier 1807, BIOT dut descendre à Tarragone pendant une douzaine de jours pour se remettre d'une attaque de fièvre. Après qu'ils en furent tous deux redescendus définitivement, ARAGO chercha à établir une station de contrôle sur une chaîne de montagnes relativement élevée appelée la Favaretta ; mais la neige qui recouvrait les tentes, et les brigands qui exigèrent un traité donnant droit au séjour, firent abandonner le projet. L'occupation de la montagne de Mongô suivit presque immédiatement. Du sommet on apercevait d'un côté tout le royaume de Valence et de l'autre les îles d'Yviça et de Formentera ; mais il fallut des efforts considérables pour y faire parvenir les tentes et les instruments, ce qui ne put être obtenu que par le creusement d'un chemin dans le roc, auquel fut plus tard d'ailleurs substi-

---

« cisif pour lever toutes nos incertitudes et pour dé-« couvrir sûrement nos signaux, si toutefois il était « possible qu'on les aperçût. Nous plaçâmes le plan de « notre cercle dans une situation horizontale ; puis au « coucher du soleil, un soir que le ciel était parfai-« tement serein et que le beau temps et l'absence de « lune promettaient une nuit profondément obscure, nous « promenâmes lentement l'une de nos lunettes le long de « l'horizon de la mer, jusqu'à ce qu'elle rencontrât les « montagnes d'Yvice qui s'élevaient au-dessus de cet « horizon à d'inégales hauteurs. Après les avoir long-« temps examinées, nous choisîmes la plus haute, la plus « au Nord, celle dont le sommet nous paraissait le « plus découvert, celle en un mot dont l'aspect et la « forme ressemblaient davantage à ce que j'avais re-« marqué dans la montagne de Campvey. Certains que « c'était là le lieu précis où étaient placés nos feux, « nous fixâmes la lunette dans cette position et nous « attendîmes avec une vive impatience que la nuit, « devenue tout à fait sombre, nous permît de les dis-« tinguer. Cette fois notre espérance fut satisfaite : « nous aperçumes dans le champ de la lunette un « point lumineux très petit, presque inperceptible, sem-« blable à une étoile de cinquième ou sixième grandeur, « mais qui se distinguait d'une étoile par son immo-« bilité. C'était donc à cela que se réduisait la vive « et brillante lumière de nos lampes : pouvions-nous « être surpris de ne pas l'avoir distinguée dans nos « lunettes en les promenant au hasard sur le ciel et « pendant la nuit? et au contraire n'eût-il pas été « surprenant que nous eussions pu les remarquer ? Ce « n'était donc pas une impossibilité physique qui avait « arrêté nos observations ; c'était une difficulté désor-« mais connue et facile à surmonter, en traçant sur « notre cercle des indices qui pussent nous faire re-« trouver justement cette direction au milieu de l'obs-« curité la plus profonde. C'est ce que nous fîmes en « dirigeant la seconde lunette de notre cercle sur un « autre signal de feu placé seulement à dix lieues de « distance et qui était visible presque toutes les nuits à « cause de sa proximité. En lisant sur le cercle de « l'angle compris entre les deux lunettes, cet angle, « une fois connu, permettait de diriger exactement l'une « d'elles sur le signal d'Yvice dès que l'autre l'était « sur le signal voisin. Je ne saurais exprimer l'émotion « que nous éprouvâmes lorsque après tant de peines et « tant de doutes, nous eûmes enfin la certitude de « réussir. En vain, voulûmes-nous commencer une série « d'observations, cela nous fut impossible : nous fai-« sions mille fautes, nous nous trompions sans cesse ; « et bientôt de légères vapeurs, s'élevant du sein de « la mer, voilèrent la faible clarté de nos feux. Mais « cela ne nous inquiétait guère : la réussite était dé-« sormais certaine, et n'exigeait que de la constance. » (BIOT, *Op. cit.*, Introduction, p. XIV à XXI.)

tuée une voie plus facile par les pentes d'un ravin. Les matelots, qui, pour l'entretien des feux des réverbères pointés sur le Desierto de las Palmas, y avaient séjourné tout l'automne et la première moitié de l'hiver, souffrirent beaucoup de vents terribles et de chutes de neige continuelles. C'est dans la nuit du 9 février 1807 que BIOT et ARAGO purent y commencer leurs observations qui se prolongèrent jusqu'à la fin du mois. Ils occupèrent ensuite la montagne de Campvey située dans le nord de l'île d'Yviça, où l'on avait eu les plus grandes peines à installer les cabanes destinées aux équipes de fonctionnement des réverbères, puis plus tard les instruments et les divers ravitaillements. Les premières observations furent enregistrées au milieu de mars et les dernières au milieu d'avril. Ce fut par la station de la Mola de Formentera que les deux observateurs terminèrent le prolongement de la Méridienne. Ils l'occupèrent pendant presque toute la seconde quinzaine d'avril, les dernières séries des angles azimutaux, données par BIOT, étant datées du 28. Les opérations de déterminations de latitude furent d'ailleurs remises à l'année suivante, pendant laquelle furent réoccupées quelques-unes des stations, ce qui permit d'achever les autres observations astronomiques projetées.

Mais, dès le début de mai 1807, toutes les observations des triangles de jonction des îles au Continent étaient terminées; BIOT retournait à Paris chercher un nouvel instrument, tandis qu'ARAGO achevait de relier les triangles de MÉCHAIN à ceux qui avaient servi à rattacher les îles[1]. Revenu de France sur le terrain des opérations, BIOT allait s'installer pour tout l'hiver suivant dans l'observatoire qu'il avait fait établir dans Formentera, afin d'y enregistrer de longues séries de hauteurs d'étoiles pour y obtenir la latitude. Les grosses préoccupations étaient alors finies et le travail s'effectua dans une véritable sérénité scientifique que BIOT ne peut s'empêcher de relater. Emportant 2.000 observations de la polaire, il quitte Formentera pour la France, laissant ARAGO exécuter la nouvelle extension projetée de leur opération, c'est-à-dire la jonction de l'île de Majorque à Yviça et à Formentera, dans le but d'obtenir la mesure d'un arc de parallèle d'environ trois degrés de longitude. Ce retour de BIOT ne s'effectua pas sans péripéties et l'illustre académicien put ajouter aux émotions joyeuses de la réussite scientifique, les impressions pittoresques d'une captivité passagère[1].

Le retour d'ARAGO en France, autrement long et pénible que celui de BIOT, fut rempli d'incidents et d'accidents qui, maintes fois, auraient pu se terminer tragiquement. Les événements qui se précipitaient au printemps de 1808, mettant l'Espagne en révolution et en guerre contre la France, devaient rejaillir sur la situation du jeune astronome, occupant à la fin de mai le sommet du Clop de Galazo dans l'île de Majorque pour sa jonction avec Yviça et Formentera. Accusé de favoriser l'arrivée de l'armée française en lui envoyant des signaux tous les soirs, au moment même où un aide de camp de NAPOLÉON arrivait, porteur pour la flotte espagnole d'ordres s'opposant à des velléités de révolte, l'opinion publique décida qu'on s'emparerait du Français qui travaillait sur la montagne. Prévenu à temps, ARAGO déguisé s'échappe et essaye de se faire conduire à Barcelone; mais il est arrêté et emprisonné au château de Belver au début de juin 1808; il parvient à s'évader à la fin de juillet, avec l'officier d'état-major et arrive à Alger le 3 août. Muni de faux papiers, il réussit à en partir le 13 pour Marseille sur un navire qui compte dans sa cargaison deux lions que le Dey d'Alger envoie à l'Empereur. Le début de la traversée se faisait heureusement, lorsqu'au travers de la Sardaigne, un bâtiment américain arraisonne le navire, mais acceptant pour bons les faux papiers d'ARAGO, le laisse continuer sa route. Déjà l'on approchait de Marseille, quand le 16 août un

1. « Cette jonction qui se fit pendant l'été, au milieu « des chaleurs les plus dévorantes, fut extrêmement « pénible. Exposés à toutes les ardeurs du soleil, aux « pluies, aux orages si fréquents et si terribles dans ce « climat sur les hautes montagnes, ils eurent beaucoup « à souffrir; plus d'une fois la foudre glissa sur la « toile humide qui les couvrait. Mais rien ne put leur « faire abandonner leur entreprise; et avant la fin de « l'automne toute la chaîne de triangles était terminée. » (BIOT, *Op. cit.*, p. XXIII.)

1. « Ne voulant pas interrompre ces observations, je « laissai à M. ARAGO le sauf-conduit anglais, le bâti- « ment espagnol, et je m'embarquai pour revenir en « Espagne sur un petit chebeck algérien que je trouvai « par hasard en relâche à Yvice. Je fus pris en route « par des pirates de Raguse qui avaient momentané- « ment arboré pavillon anglais. Après avoir bien visité « notre petite embarcation, ils nous déclarèrent de bonne « prise et voulurent nous emmener à Oran; mais en « m'autorisant du sauf-conduit anglais dont ils avaient « connaissance et que toutefois je n'avais point, en « leur montrant mes instruments qui attestaient ma des- « tination, surtout en leur abandonnant quelques onces « d'or que j'avais sur moi, comme d'ailleurs une si « chétive proie était pour eux plus embarrassante « qu'avantageuse, je me tirai de leurs mains, moi et « mes compagnons, et je dois convenir que pour des « pirates ils en ont usé fort honnêtement. J'en fus « quitte pour une courte quarantaine qu'il me fallut « faire à Denia dans un vieux château ruiné, autre- « fois la résidence des ducs de Medina-Cœli dans le « temps de leur puissance, mais où, de cette ancienne « grandeur, il ne restait plus d'autre trace qu'une « vieille statue de guerrier couchée sur l'herbe qui me « servait de pupitre pour écrire à mes amis. » (BIOT, *Op. cit.*, p. XXVI.)

corsaire espagnol saisit le bâtiment, quoique l'Espagne fût en paix avec les Barbaresques, mais sous prétexte qu'était violé le blocus des côtes de France décidé par ses ennemis. Ramené à Rosas en Espagne, ARAGO y subit victorieusement l'examen de sa fausse identité, ce qui, toutefois ne put le garantir de l'incarcération dans la forteresse. Au bout d'une détention déjà longue, une lettre de réclamation envoyée au Dey d'Alger relative à la capture du bâtiment transportant les deux lions — dont l'un d'ailleurs était mort — provoqua une énergique sommation au Consul local d'Espagne qui en référa à son Gouvernement. Celui-ci rendit aussitôt la liberté aux captifs et, le 28 novembre 1808, ARAGO mettait de nouveau le cap sur Marseille... Au moment où l'on commençait à apercevoir les maisons de la ville, un coup de mistral se leva : grâce à l'inexpérience des pilotes, le bâtiment abordait le 5 décembre à Bougie. Il ne peut être question ici de suivre ARAGO dans toutes les aventures de son second séjour forcé en Afrique, qu'il put de nouveau quitter, le 21 juin 1809, pour Marseille où, enfin, il débarquait le 2 juillet, après avoir failli, encore une fois, être arrêté par une frégate anglaise. Une dernière épreuve, celle de la quarantaine au lazaret de Marseille ne permettait à l'illustre astronome d'arriver à Paris qu'au début de septembre. Presque aussitôt, le 18 septembre, il était élu à l'Académie des Sciences.

Lorsque toutes les observations furent remises et calculées au Bureau des Longitudes, BIOT crut pouvoir écrire que les mesures de cet arc supplémentaire de la Méridienne de Dunkerque cadraient d'une façon inespérée avec celles de DELAMBRE pour la fixation de la longueur du mètre et par suite de toutes les unités qui en découlaient. Cependant, contrairement à cette opinion, et d'ailleurs aussi à celle de la Commission chargée de l'examen de ces opérations, le colonel PUISSANT, quelques années plus tard, mettait en évidence, de deux façons se confirmant, une erreur considérable dans les calculs consécutifs aux observations pour la longueur de l'arc compris entre Montjouy et Formentera dont la valeur admise en 1810 se trouva inférieure de 130 m., 5 à la valeur réelle[1].

La jonction géodésique des îles Baléares aux côtes d'Espagne fut reprise d'ailleurs entre les années 1867 et 1884 pendant lesquelles le colonel IBANEZ, le commandant PUIGCERVER, les capitaines BELLON BORRÉS et MIER occupèrent à cet effet une dizaine de stations, parmi lesquelles celles de Mongô, de Desierto de las Palmas, de Montsia et de la Mola, illustrées par BIOT et ARAGO. Ce nouvel enchaînement a comporté notamment trois côtés d'une longueur supérieure à 200 km. dont deux liant directement la côte continentale à l'île de Majorque. Dans les premières des sept campagnes au cours desquelles furent occupées les dix stations, la signalisation fut obtenue par héliotropes ; mais, à partir de l'année 1881, les projecteurs à lumière artificielle de la jonction hispano-algérienne devenus disponibles furent utilisés et servirent pour le pointage de certaines directions. Si je me suis très peu attardé sur cette opération dans mon étude préliminaire, c'est parce que je la savais calquée dans presque tous ses détails sur l'opération de 1879, dont elle reprenait les méthodes et les instruments. Toutefois, j'ai pu constater après coup qu'elle avait quelque originalité dans la génération du courant électrique à certaines stations de 1881 où des éléments de piles Bunsen remplacèrent les moteurs électriques à cause de la difficulté du transport des machines Gramme. Mais ne m'étant pas appliqué à l'étudier à l'avance, elle n'a joué aucun rôle dans l'orientation de mes idées préparatoires à ma jonction de la Corse.

Au contraire, toujours frappé de l'importance du facteur moral, je restais très impressionné par l'extraordinaire vision, à la fois politique et géodésique, de BIOT dans les dernières lignes de son Introduction à l'Exposé de la première jonction des Baléares.

« Enfin, notre opération aura peut être dans l'a-
« venir des conséquences plus étendues. Si jamais
« la civilisation européenne parvient à s'établir sur
« les côtes d'Afrique, rien ne sera plus facile que
« de traverser la Méditerranée par quelques trian-
« gles, en prolongeant notre chaîne dans l'Ouest
« jusqu'à la hauteur du Cap de Gate ; après quoi

1. *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, t. VII, p. 33 et suiv.

La relation espagnole de novembre 1883 du général IBANEZ, directeur de l'Institut Géographique de Madrid, relative à la seconde jonction des îles Baléares à l'Es-« pagne se plaît au contraire à faire ressortir la concordance des valeurs de la latitude de la Mola, obtenues par ARAGO en 1808 [38° 39' 55", 530], par BIOT en 1825 [38° 39' 53", 172] et par le commandant BORRÈS en 1884 [38° 39' 53"; 988].

La faute relevée par PUISSANT réside uniquement dans le calcul consécutif aux observations, de la longueur « d'un arc et non de ces observations de BIOT et ARAGO qui au contraire, s'avérèrent remarquables : « Repetida la ope-
« ración por BIOT diez y siete anos más tarde, obtuvo un
« valor inferior al anterior en más de dos segundos, resul-
« tando de los recientes trabajos del Sr. BORRÈS, hechos á
« una distancia de cincuenta y nueve anos de la segunda
« determinación, un valor que, aunque intermedio entre
« los dos anteriores, no difiere del segundo más que en 0'', 8,
« á pesar del largo tiempo transcurrido y de los adelanta
« mientos alcanzados desde entonces en la construcción
« de los instrumentos y en los métodos de observación. »
(*Memorias del Institutio geográphico y estadistico*, tomo IV, Prólogo, p. VII, Madrid, 1886.)

« remontant la côte d'Afrique jusqu'à la ville d'Al-« ger, qui se trouve sous le Méridien de Paris, on « pourra mesurer la latitude et porter l'extrémité « australe de notre Méridienne sur le sommet du « Mont Atlas[1]. »

La double prophétie s'était en effet rapidement accomplie :

Neuf ans après la publication de la relation de BIOT, la France prenait à sa charge l'introduction de la civilisation européenne sur les côtes et à l'intérieur de l'Afrique du Nord.

Et un demi-siècle plus tard, cette civilisation, productrice d'une immense prospérité morale et matérielle, permettait à la Science la réalisation du prolongement de l'enchaînement des triangles géodésiques de la Méridenne de DELAMBRE à travers la péninsule Ibérique, en le portant sur l'Atlas par la mémorable jonction de 1879 entre l'Algérie et l'Espagne.

Alors, quel plus direct trait d'union pourrais-je trouver dans le présent historique pour passer de l'étude de jonction des Baléares à celle de l'Algérie : car à lire BIOT ne s'imaginerait-on pas volontiers que celle-ci est la conséquence inévitable de celle-là ? Bien plus, la Géodésie française n'a-t-elle pas, depuis longtemps, « remonté » beaucoup plus avant que la ville d'Alger, puisque l'un de ses parallèles, c'est-à-dire la Chaîne primordiale du Tell Algérien[2], traverse de l'Ouest à l'Est toute l'Algérie, puis prolongée ultérieurement jusqu'à la côte orientale de Tunisie, va se souder à la Chaîne Méridienne de Gabès qui pénètre au Sud dans le Sahara ?

D'ailleurs, pour montrer à quel point le souvenir de la première opération compte dans l'inspiration de la seconde, les auteurs de celle-ci ne craignent pas d'évoquer précisément dans leurs toutes premières lignes, les dernières lignes prophétiques du rédacteur de la précédente. Et puisque j'ai terminé l'exposé de la liaison des Baléares au Continent par l'appel de ses auteurs à la liaison hispano-algérienne, je suis heureux de commencer l'exposé de cette seconde opération par le rappel que font les nouveaux auteurs, du souvenir de la première. Ainsi seront mises en évidence à la fois la filiation intellectuelle de tous ces illustres géodésiens, et la jonction entre les deux jonctions : « Il y a « plus d'un demi-siècle, disent le général IBANEZ « et le colonel PERRIER, que BIOT et ARAGO, dans « le compte rendu des opérations géodésiques « qu'ils venaient d'exécuter entre Barcelone et « l'île de Formentera, pour le prolongement vers le « Sud de la Méridienne de France, avaient entrevu « la possibilité de porter plus loin encore l'extré-« mité australe de cette Méridienne en la conti-« nuant à travers l'Espagne et lui faisant ensuite « franchir la Méditerranée, si jamais, disaient-ils, « la civilisation européenne parvenait à s'établir « sur les côtes septentrionales de l'Afrique[1]. »

Mais si la filiation morale des deux opérations est ainsi indubitablement établie, combien, par contre, l'esprit et les méthodes qui les ont inspirées ou accompagnées, combien les circonstances dans lesquelles elles se sont déroulées sont différentes !

Tandis que le souffle de l'enthousiasme soutient dans une large mesure l'improvisation technique et fait faire des prodiges aux deux audacieux savants de 1806, victimes de l'insécurité permanente des régions qu'ils traversent en pleine tourmente des guerres du Premier Empire, c'est dans une période de paix générale, après une étude mûrie pendant plusieurs années, basée sur les immenses progrès de la science, et encouragée vivement par les corps scientifiques et par les Gouvernements des deux Etats intéressés qui y apportent tous leurs moyens matériels, que se préparera et s'exécutera l'opération hispano-algérienne.

L'idée lancée par BIOT ne va plus en effet être oubliée ; lui-même, d'ailleurs, reviendra à la charge dans une communication à l'Académie des Sciences le 12 octobre 1857, tandis qu'entre temps, le colonel PEYTIER, chef de la première Section du Dépôt de la Guerre, manifestera l'espoir de voir la Méridienne de Paris prolongée jusqu'en Algérie[2].

Cette même préoccupation revenait à peu près au même moment dans les conversations échangées entre le colonel IBANEZ, chef des travaux géodésiques d'Espagne et le capitaine du génie français LAUSSEDAT, détaché en mission pour suivre les travaux de la mesure de la base de Madridejos. C'est ensuite en 1862, le colonel LEVRET qu'on a déjà vu s'occuper de la jonction géodésique de la Corse qui, dans le deuxième supplément du tome IX du *Mémorial du Dépôt de la Guerre*[2], étu-

1. BIOT, *Op. cit.*, p. XXIX.

2. La chaîne primordiale du Tell Algérien est présentée dans le tome X du *Mémorial du Dépôt de la Guerre* contenant la description géométrique de l'Algérie (Paris, Imprimerie Nationale, 1874). Elle fut sur le terrain l'œuvre des capitaines VERSIGNY et F. PERRIER ; c'est à ce dernier qu'est due la rédaction des opérations publiée dans ce volume.

1. *Jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne* (*Mémorial du Dépôt de la Guerre*, tome XIII, publié par le général PERRIER. Paris, Imprimerie Nationale, 1887).

2. Colonel PEYTIER, *Notes sur les opérations géodésiques* (*Mémorial du Dépôt de la Guerre*, t. IX, p. 38. Paris, Maulde et Renou, décembre 1853).

3. *Projet de jonction géodésique de la France continentale avec l'Algérie*, par M. LEVRET, colonel d'état-major. (Supplément au tome IX du *Mémorial du Dépôt de la guerre*, Paris, Imprimerie Impériale, 1865.)

diera avec soin un projet de jonction géodésique de la France continentale avec l'Algérie et, l'appuyant des visibilités probables des sommets préconisés, conclura à l'occupation, en Espagne, des sommets de Velez-Rubio et de Pico-Lobo et, en Algérie, des sommets de Djebel-Merdjajo et de Nadroma. Ce projet, dans ses dispositions générales, notamment pour les altitudes des quatre stations choisies, se trouvera presque rigoureusement reproduit dans celui qui sera définitivement adopté seize ans plus tard ; toutefois, le nombre des opérateurs et du personnel secondaire sera bien loin d'atteindre dans la pensée de Levret les effectifs qui furent réellement utilisés ; de même, son estimation de la dépense sera évidemment bien inférieure aux frais que devait entraîner l'exécution de la jonction.

La question allait entrer dans le domaine pratique et dans une voie en quelque sorte tangible, le jour où Perrier, à l'automne de 1868, occupant à la suite de sa reconnaissance de la Chaîne algérienne, entre Oran et la frontière du Maroc une de ses premières stations au Seba-Chioukh, aperçut très distinctement à l'œil nu la crête de la Sierra-Nevada. Son travail venait précisément de s'y terminer et, malgré la fatigue de la journée, le spectacle l'enthousiasma au point qu'il remit son appareil en station pour prendre les azimuts et les distances zénithales des deux points de la crête dont il avait, au préalable, dessiné le profil. Cette apparition s'étant renouvelée quelques jours plus tard au Mont Filhaoussen, au Nador de Tlemcen, au Zendal et à M'Sabiha, l'illustre géodésien fut en mesure, en rentrant à Paris, en janvier 1869, de faire établir un dessin à grande échelle, mettant en place les deux sommets dont il avait pu fixer la position approchée et qui s'identifiaient avec le Mont Mulhacen dans la Sierra Nevada et avec un des points culminants de la Sierra Sagra, sommet plus tard dénommé Tetica. « Il était « évident, désormais, d'après notre reconnaissance, « que la jonction des deux continents d'Europe et « d'Afrique était une opération possible et qu'on « pourrait jeter par-dessus la mer des triangles « gigantesques servant de soudure aux réseaux « d'Espagne et d'Algérie[1]. »

Le 14 mars 1869, il adressait au Bureau des Longitudes un mémoire, reproduit en partie dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* du 18 novembre 1872, dans lequel il calculait les longueurs des côtés maritimes du polygone de jonction et montrait que les rayons visuels, se maintenant au moins à 200 m. au-dessus de la surface des eaux, n'étaient pas assez rasants pour faire craindre des réfractions latérales. Se préoccupant immédiatement de la répercussion que la longueur des côtés qu'il qualifiait de « démesurée » aurait sur la visibilité des points choisis, il concluait que des signalisations spéciales aussi bien diurnes que nocturnes devaient être envisagées.

Puis, portant plus haut l'intérêt de l'opération au point de vue de la mesure précise d'un grand arc de méridien, il montrait avec éloquence, combien pour tirer tout le parti scientifique qu'on devait attendre de cette entreprise, il était utile de réviser au préalable, ou mieux de refaire complètement, toute la mesure de la Méridienne de France. Et c'est ainsi que le 7 avril 1869, un rapport de Faye, approuvé par le Bureau des Longitudes, fut adressé au Ministre de l'Instruction publique pour être transmis ensuite au Ministre de la Guerre. Celui-ci, le maréchal Niel, adoptant immédiatement l'idée, entretenait aussitôt longuement de son double projet le commandant Perrier qui pouvait écrire : « ... Le maréchal... décida, séance « tenante, que la nouvelle mesure de la Méridienne « de France serait entreprise sous ma direction « à partir de l'année 1870, et que la jonction his- « pano-algérienne serait réservée pour l'avenir, jus- « qu'au moment où, la triangulation espagnole « ayant gagné l'Andalousie, les deux nations pour- « raient s'entendre sur les voies et moyens d'exé- « cution[1]. »

Le tableau, toujours présent à ses yeux, de ces voies et de ces moyens d'exécution constituera pendant dix ans la toile de fond des pensées et des préoccupations de l'illustre savant, cependant attelé à beaucoup d'autres travaux différents et principalement à l'exécution de la Méridienne de France. Mettant à profit sa vaste érudition et surtout son expérience exceptionnelle acquise sur le terrain dans les régions variées du territoire national — en France continentale, en Corse, en Algérie, — perfectionnant les instruments, les méthodes d'observation, les modes de calculs, adaptant aux travaux du Dépôt de la Guerre toutes les utiles innovations qu'il saisissait à l'extérieur et les imposant par sa haute autorité scientifique et par sa situation de chef de Service et aussi de chef d'école, F. Perrier, je ne crains pas de le dire ici, est le grand animateur de l'opération qui devait contribuer à unir les deux nations sœurs sur le terrain de la gloire scientifique. Quelque grande que soit restée la notoriété du directeur des opérations d'Espagne, connu par tant d'autres éminents tra-

1. *Nouvelle Méridienne de France*, Discours préliminaire, p. XI (*Mémorial du Dépôt de la Guerre*, t. XII, publié par le colonel Perrier, Paris, Imprimerie Nationale, 1885).

1. *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, tome XII, Discours préliminaire, p. XIII.

vaux, l'histoire démêlera, de plus en plus, le rôle prépondérant non seulement de la science et de l'industrie françaises dans l'organisation matérielle, mais encore de la valeur et de l'action personnelles de l'illustre géodésien français dont les idées et les méthodes influèrent puissamment sur les solutions successives de la plupart des problèmes posés.

Aussi, cette idée que je m'étais faite du savant et de son principal titre de gloire, bien longtemps avant même de chercher dans son œuvre le rayonnement qui éclairerait les aspects différents de l'opération que je projetais, m'a-t-elle conduit à examiner en détail tous les points particuliers techniques et pratiques de la jonction hispano-algérienne. C'est donc dans son étude, presque exclusive de toute autre, surtout au début, que j'ai trouvé les fils conducteurs qui devaient me guider dans mon audacieux programme.

Et si, pour mon cas particulier, j'ai été amené à modifier successivement ou même à abandonner presque toutes les caractéristiques de l'admirable opération qu'il avait dirigée, notamment la disposition théorique très simple de son polygone de jonction, ses méthodes d'observation, le choix de ses sources lumineuses, son principe du poids constant des séries et de l'occupation complète de tous les sommets prévus, les dimensions de ses instruments de mesure d'angles et surtout l'organisation fondamentale des occupations de stations, où j'allais oser remplacer l'observation simultanée à tous les sommets équipés avec un nombre imposant d'observateurs par ma seule occupation personnelle successive, je ne puis oublier que j'ai pris toujours, comme point de départ d'examen de chacune des questions la solution adoptée en 1879 par le commandant F. PERRIER.

Par la configuration géographique générale des deux continents et par les observations qu'il a faites lui-même sur le terrain en 1868, le grand géodésien français n'avait pas à hésiter sur la disposition géométrique qu'il donnerait au lien des deux réseaux géodésiques : le polygone qu'il va fixer est théoriquement le plus simple que l'on puisse envisager pour établir une compensation analytique rationnelle, c'est-à-dire un quadrilatère muni de ses deux diagonales, conduisant à un système de trois équations aux angles et d'une équation aux côtés. Les deux plus grands de ces côtés transméditerranéens atteindront presque 270 kilomètres, deux autres mesureront 226 et 257 kilomètres, le côté en territoire espagnol 83 et le côté en territoire algérien 105. Les mesures des huit angles comporteront un nombre égal de séries aux quatre stations où, d'ailleurs, d'une façon générale, les méthodes d'observations comme les instruments, les appareils et les machines devront être identiques. Pour enlever l'opération dans les conditions climatiques les plus favorables et dans le délai le plus rapide, c'est-à-dire en une seule campagne, il est tout de suite dans l'esprit de PERRIER de faire occuper simultanément les quatre sommets, ce qui, entre autres conséquences, impliquera en chacun d'eux trois installations divergentes des projections lumineuses aussi bien diurnes que nocturnes.

C'est au début de 1878 que les deux gouvernements se mettent d'accord pour l'organisation de la grande opération et préparent largement les moyens matériels et le personnel qui devront assurer son succès. Pour la reconnaissance qui a lieu cette même année, le colonel MONET, du côté espagnol, s'installe successivement aux sommets de Tetica et de Mulhácen, tandis que du côté français le capitaine DERRIEN opère la reconnaissance et la préparation de l'occupation de M'Sabiha et le capitaine KOSZUTSKI celles du Filhaoussen. Le commandant PERRIER vérifie sur place, en novembre, les préparatifs des occupations algériennes. Dès le mois de mars suivant, les exécutants sont désignés : du côté français, le commandant PERRIER, chef de la mission, opérera personnellement à M'Sabiha où il emmènera comme adjoints les capitaines DERRIEN et DEFFORGES, ainsi que son calculateur principal DE VILLEDEUIL ; à Filhaoussen, ce sera le commandant BASSOT avec les capitaines SEVER et KOSZUTSKI. Du côté espagnol, le général IBANEZ, que de multiples occupations retiennent à Madrid, fait désigner le colonel BARRAQUER comme chef de mission et lui réserve la station culminante de Mulhácen où vont le seconder le commandant BORRÈS et le capitaine CEBRIAN, tandis que les commandants LOPEZ PUIGCERVER et PINAL opéreront à Tetica. Indépendamment de ces officiers, la mission espagnole comptera encore pour les opérations astronomiques l'académicien MÉRINO, premier astronome à l'Observatoire de Madrid et l'ingénieur des Mines ESTEBAN. Ces opérations astronomiques seront assurées du côté français par les géodésiens eux-mêmes.

L'effectif des troupes et des auxiliaires subalternes, mis à la disposition de cet important état-major pour la création des voies d'accès, pour la construction des habitations, pour le transport des instruments et des vivres, pour le maniement et l'entretien des appareils et des projecteurs, et, d'une façon générale, pour l'exécution des quadruples expéditions, installations et occupations, correspond largement d'autre part à l'effectif des officiers. En même temps que la relation des opérations note que plusieurs centaines de soldats et

d'ouvriers s'attachèrent en Espagne et en Algérie à ouvrir les chemins vers les quatre sommets du quadrilatère, elle signale que les transports du principal matériel au sommet du Mulhacen exigèrent plus de soixante hommes qui durent bivouaquer douze nuits successives à la belle étoile. Quant à l'effectif du personnel nécessaire à l'occupation proprement dite des stations, il semble avoir atteint quarante hommes pendant deux mois sur ce sommet culminant, et avoir largement dépassé la vingtaine sur chacun des trois autres points. Le commandant Perrier signale notamment qu'à la station de M'Sabiha il avait avec lui deux officiers, un sergent d'état-major, douze zouaves, un mécanicien, un secrétaire, six soldats du train, un cavalier, un spahi, sans compter une garde arabe de protection fournie chaque jour par les tribus voisines.

Quant aux gîtes et abris, les deux stations algériennes purent être équipées au moyen des habitations existantes ou par des installations de tentes; mais sur les deux sommets espagnols il fut nécessaire de construire de solides locaux maçonnés.

Les instruments de mesure adoptés furent, uniformément, aux quatre stations, les grands cercles azimutaux de Brunner de 0 m. 42 de diamètre de limbe, à quatre microscopes, construits à Paris tels qu'ils étaient perfectionnés par Perrier et adoptés depuis 1869 pour les grandes opérations géodésiques françaises. Les signaux comportaient, pour les observations de jour, des héliotropes du modèle Brunner, construits par la maison Bréguet, dont les glaces argentées mesuraient trois décimètres de côté. « Chaque station « possédait deux de ces héliotropes, qui ont fonc- « tionné de la manière la plus vigilante de part et « d'autre du détroit, pendant toute la durée de nos « opérations, quand le soleil brillait au-dessus de « l'horizon; mais nous avons, dans chacune des « stations, attendu vainement l'apparition des si- « gnaux solaires. Aucune lueur, même fugitive, « provenant des héliotropes, n'a pu être aperçue, « malgré tous nos efforts, entre l'Algérie et l'Es- « pagne, pendant toute la période de temps écoulé « entre le 1er août et le 15 octobre 1879[1]. » Heureusement que ce mode de signalisation, qui aurait conduit, s'il était resté seul préconisé, à un insuccès complet, était doublé par des sources puissantes de lumière électrique, offrant le recours aux observations de nuit dont Perrier avait depuis longtemps démontré les avantages incontestables. A cet effet, considérant que chaque sommet devait être signalé à la vision de deux stations transméditerranéennes très lointaines et d'une station située sur le même continent et beaucoup moins éloignée que les deux autres, on équipa les quatre postes uniformément par deux projecteurs de lumière électrique dans la direction des côtés maritimes et par un collimateur optique avec lampe à pétrole dans la direction du côté terrestre. Ces appareils, collimateurs et projecteurs, étaient dus au colonel Mangin que venait précisément de perdre la science française. Le collimateur optique avait fait ses preuves depuis 1876, aussi bien pour la production des signaux lumineux de la télégraphie militaire que dans les opérations géodésiques de la nouvelle Méridienne de France. Quant aux projecteurs à lumière électrique, ils se composaient essentiellement d'un miroir en verre dont les deux surfaces sphériques étaient de rayons différents, mesurant 1 m. pour la surface convexe, seule argentée, et 0 m. 70 pour la surface concave; cette combinaison permettait à ce miroir, d'après les calculs du colonel Mangin, de fonctionner presque rigoureusement comme un miroir parabolique renvoyant parallèlement les rayons issus d'une lumière placée à son foyer confondu ici avec le centre de la surface concave. En remarquant que la lumière électrique, placée au foyer du réflecteur aplanétique de 50 cm. de diamètre, à 60 cm. de distance du sommet du miroir, présentait à peu près 6 mm. d'étendue dans sa partie de vive incandescence, Perrier était arrivé à conclure qu'à la distance de 300 km., l'étendue éclairée transversalement atteignait 2 km. 5 de diamètre, permettant un aléa dans l'angle exact de pointage de plus d'un demi-grade. Quant à l'intensité de la lumière projetée, fonction de l'absorption basée sur une déperdition de 2 pour 100 de la quantité émise, par kilomètre d'atmosphère traversée, il arrivait à estimer qu'à 300 km., la quantité de lumière transmise serait à celle transmise dans le vide dans le rapport de moins de 1/400. Comme, d'autre part, l'éclairement théorique du projecteur calculé à travers le vide correspondait à la visibilité d'une lampe Carcel à l'œil nu à 180 m., Perrier pouvait compter sur la sécurité de la perception par nuit dépourvue de brumes. L'expérience justifia cet espoir : « Dans la « lunette, dit-il, la lumière avait fréquemment un « éclat supérieur à celui de Jupiter et même de « Vénus. » Pour l'obtention de l'arc, on avait finalement adopté comme moteur une locomobile de trois chevaux de force minima; les quatre locomobiles semblables qui sortaient des ateliers Weyher et Richemond à Pantin, présentaient le précieux avantage d'une chaudière démontable en plusieurs parties dont la plus lourde ne dépassait

1. *Jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne* (*Mémorial du Dépôt de la Guerre*, t. XIII, p. 10).

pas 480 kg.; ces locomobiles entraînaient, comme génératrices du courant électrique, des machines Gramme dont deux venant de la maison Bréguet marchaient à la vitesse de 900 tours et dont les deux autres, venant de la maison Sautter et Lemonnier, tournaient à 1.300 tours par minute. C'était encore la maison Bréguet qui fournissait les douze lampes à régulateur Serrin, au nombre de trois, dont une de rechange, pour chaque station.

Les occupations des quatre sommets ont été soigneusement décrites par chacun de leurs observateurs principaux[1]; ce fut naturellement celle de Mulhácen, de beaucoup la plus élevée et la plus difficile d'accès qui offrit le plus de péripéties et de conditions pénibles d'habitat et d'observation. Un terrible orage faillit la désorganiser complètement et la foudre tombant sur la cheminée de la locomobile alla détériorer quelques appareils secondaires. Le général Ibanez, auquel on a attaché le nom de ce sommet culminant de la Sierra Nevada par un titre nobiliaire, fut gêné dans sa courte visite d'inspection par les nuages qui ne lui laissèrent rien apercevoir; le colonel Barraquer, chef de la station, n'y quitta jamais son poste d'observation.

Comme je l'ai déjà dit, les pointés de jour ne purent pas être réalisés, les héliostats n'ayant jamais réfléchi les rayons solaires avec assez d'intensité pour traverser l'atmosphère et cet insuccès fut attribué surtout à la saison pendant laquelle s'effectuaient les opérations. Par contre, les observations de nuit qui, au début des occupations, n'avaient pas été immédiatement possibles, finirent par s'obtenir régulièrement à partir du 9 septembre. Toutes les séries prévues furent complétées au Mulhácen en dix nuits favorables et à Tetica en neuf; M'Sabiha en exigea onze et Filhaoussen seulement cinq.

Les calculs définitifs de la compensation ont donné, pour chacun des huit angles, des corrections dont la plus forte n'atteint pas trois secondes centésimales; à l'appui de ce magnifique résultat, l'écart des deux valeurs du côté M'Sabiha-Filhaoussen mesuré, d'une part, en fonction des bases de Madridejos, d'Arcos et de Carthagène de la triangulation espagnole prolongée par le quadrilatère de jonction, et, d'autre part, en fonction des deux bases d'Alger et d'Oran de la triangulation algérienne, ne s'élève qu'à 0 m. 79 pour une longueur de plus de 105 km., représentant ainsi seulement le 1/133.000 de la distance. Cet accord peut être considéré comme rentrant dans la limite des meilleures moyennes de concordance qu'il paraît difficile de dépasser encore actuellement. Il apporte, à la fois, à la triangulation espagnole, à la triangulation algérienne et à la jonction hispano-algérienne une triple consécration de précision par l'exactitude des observations qu'il fait présumer.

Ayant donné ainsi à l'étude de la jonction hispano-algérienne, dans mon examen préparatoire, la place prépondérante qui lui est incontestablement due, j'ai cependant encore tenu à connaître les caractéristiques d'une quatrième opération transmaritime à très grands côtés, c'est-à-dire celles de la jonction effectuée en 1902 entre les îles de l'archipel toscan et la Sardaigne. Quoique la figure du polygone de jonction soit loin de présenter une sécurité de conformation analogue à celle du quadrilatère hispano-algérien et à celle de la jonction espagnole des Baléares, à cause de l'étirement considérable qu'il a fallu faire subir aux côtés de jonction par rapport aux côtés de départ et d'arrivée, l'exposé du détail des modes d'observation, de signalisation et de calculs, ainsi que des résultats qui en ont été donnés dans la relation officielle[1] permet de conclure que cette opération doit compter dans la série des modèles à étudier.

La triangulation italienne ayant compris dans son réseau fondamental les points culminants de l'île d'Elbe (Monte Capannè, 1.019 m.), de l'île de Montecristo (Punta Fortezza, 645 m.) et l'île de Giglio (cima della Pagana, 498 m.), il fut reconnu que les visibilités existaient, d'une part, entre ces trois positions et, d'autre part, que la terre de Sardaigne pouvait être aperçue en son sommet de la Punta-Maggiore di Monte Nieddu depuis deux d'entre elles, et en son sommet du Monte Limbara depuis toutes les trois.

Le travail sur le terrain débuta en mai et se termina à la fin de septembre sous la direction de l'ingénieur Guarducci, alors chef de la division géodésique, qui, aidé du topographe Mori, se réserva les observations de Montecristo et de la Pagana, confiant à l'ingénieur Ginevri, assisté du topographe Coliva celles du Monte Capannè. Les stations de Sardaigne furent occupées par l'ingénieur Loperfido, aidé du topographe Roscini; enfin, trois stations auxiliaires prévues aux Montes Argentario, Massoncello et Serra furent données au capitaine d'artillerie Livi attaché au Service géodésique. Les mesures angulaires s'obtinrent comme pour la jonction entre la Sicile et Malte par deux cercles azimutaux de Salmoiraghi et par un cercle azimutal de Brunner sur la lumière oxy-

1. *Mémorial du Dépôt de la Guerre*, t. XIII, p. 33 à 85. Paris, Imprimerie Nationale, 1887.

1. Reale Commissione Geodetica italiana-Collegamento geodetico della Sardegna al Continente attraverso l'Arcipelago Toscano, Firenze coi tipi dell' Istituto Geografico militare, 1903. Appendice, 1904.

acétylénique de projecteurs Faini du modèle employé dans les sémaphores de la Marine italienne. Pour l'alimentation des sources lumineuses, toutes les stations étaient munies de bouteilles d'oxygène comprimé à 120 atmosphères, provenant des services de l'aérostation, en sous-produit de la fabrication de l'hydrogène des ballons ; on évitait d'une part la fabrication sur place du gaz par le chlorate de potasse et le bioxyde de manganèse et, d'autre part, son emmagasinement dans des gazomètres.

Sur les six côtés transmaritimes de la jonction, trois ont dépassé 200 km., le plus grand atteignant (entre la Punta-Maggiore et le Monte Capannè) 232 km., c'est-à-dire approchant à quelques kilomètres près du plus grand côté de la seconde jonction des Baléares (mesurant entre Torrellas et Montsia 238 km.).

Les occupations des différentes stations ne furent marquées par aucun incident anormal. La relation italienne signale quelques difficultés d'accès notamment à la Punta Fortezza de Montecristo ; quant à l'état de l'atmosphère, elle indique les inévitables périodes de brumes, de chaleur, de vents plus ou moins violents, de nuages et de brouillards entrecoupant les moments favorables aux observations, ainsi que les variations d'intensité de perception des points lumineux conjugués.

Il ne semble pas, à ce sujet, que le général Mori, directeur de l'Institut géographique militaire de Florence, venu en inspection au Monte Nieddu, le 21 août 1902, ait été beaucoup plus favorisé qu'un quart de siècle auparavant le général Ibanez dans sa visite à la station du Mulhâcen.

La compensation du polygone de jonction de la Sardaigne aux îles de l'archipel toscan a apporté aux dix directions considérées, des corrections dont la plus forte dépasse quelque peu quatre secondes centésimales.

P. Helbronner,
Membre de l'Institut.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Cartan (E.). — **Leçons sur la Géométrie projective complexe.** *Fascicule* 10 *des* Cahiers Scientifiques de M. Gaston Julia. — 1 *vol. in*-8° *de* 325 *p., Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris*, 1931 (*Prix, broché : 80 francs*).

Cet ouvrage est, en partie, consacré à la reproduction d'un cours professé à la Sorbonne, pendant le semestre d'hiver 1929-1930. Certaines parties du cours qui n'avaient été qu'esquissées, ont reçu un développement plus important, tel le chapitre sur les géométries subordonnées à la géométrie projective complexe, et celui consacré à la géométrie hermitienne elliptique. Enfin le dernier chapitre consacré aux polynômes harmoniques et aux représentations réelles de l'espace projectif complexe, se rapporte à des questions qui n'avaient pas été abordées dans le cours.

L'introduction des éléments imaginaires en géométrie est très ancienne. On les a considérés longtemps comme un auxiliaire dans l'étude des propriétés des figures réelles, mais la géométrie projective complexe s'est développée surtout à la suite des travaux de Juel et de Segre qui ont montré l'importance des transformations antiprojectives (antihomographies, anticorrélations) à côté des transformations projectives seules considérées jusqu'alors.

Parmi les antiprojectivités, les anti-involutions, et les antipolarités, font intervenir des êtres géométriques dont le rôle ne le cède en rien à celui joué par les quadriques et les complexes linéaires.

Les présentes leçons, tout en exposant les notions fondamentales de la géométrie projective complexe, les envisagent d'un point de vue qui dépasse en un certain sens cette géométrie, et les rattachent à la géométrie riemanienne.

La théorie des fonctions kleinéennes montre que la géométrie non euclidienne à trois dimensions de Lobatchewsky est une image fidèle de la géométrie projective de la droite complexe.

La géométrie projective complexe à un nombre quelconque de dimensions admet aussi une image fidèle dans un espace riemanien réel, que l'auteur appelle l'espace riemanien fondamental de la géométrie projective complexe.

Cet espace est sans doute moins simple que l'espace euclidien classique, mais il permet, par des raisonnements géométriques élémentaires, d'expliquer de nombreux théorèmes de géométrie projective. Les géométries subordonnées, au sens de Klein, à la géométrie projective complexe par l'adjonction d'une ou plusieurs projectivités ou antiprojectivités involutives absolues, ont chacune aussi leur espace riemanien fondamental.

Parmi ces géométries, l'auteur insiste plus particulièrement sur la géométrie non euclidienne complexe et les géométries hermitiennes hyperbolique et elliptique, et il s'est étendu assez longuement sur la géométrie elliptique réelle à trois dimensions.

L'ouvrage est divisé en deux parties : la première est consacrée à la géométrie projective de la droite complexe et à ses relations avec la géométrie de Lobatchewsky; la deuxième est consacrée à la géométrie projective complexe à trois dimensions.

La lecture de cet ouvrage ne suppose, en dehors d'une certaine culture mathématique, que la connaissance des propriétés classiques du rapport anharmonique et la notion de l'espace riemanien. Ce volume a été rédigé d'après les notes recueillies par M. Marty, élève de l'École Normale.

L. Potin.

*
**

Bruhat (G.), *Professeur à la Faculté des Sciences, Université de Paris.* — **Le Soleil.** — 1 *vol. in*-16, *de* 240 *pages avec* 16 *planches hors texte, de la* Nouvelle Collection scientifique *de* M. E. Borel. *Félix Alcan, éditeur, Paris*, 1931 (*Prix, broché : 25 francs*).

Parmi toutes les étoiles qui forment l'univers le Soleil n'est qu'une étoile et son étude est sans grand intérêt pour les théoriciens. Mais il est en revanche l'astre le plus intéressant pour l'homme.

Aussi astronomes et physiciens ont-ils toujours cherché à perfectionner leurs moyens d'observation du Soleil.

Une raison pour laquelle le Soleil sera toujours la base de l'astronomie physique c'est qu'il est la seule étoile que nous puissions étudier en détail parce que c'est la seule assez voisine pour nous apparaître autrement que comme un point lumineux. Aussi fait-il l'objet régulier de recherches de plus de 10 observatoires parmi lesquels on peut citer ceux de Meudon et du Mont Wilson.

Dans ce livre l'auteur s'est proposé d'exposer l'état de nos connaissances sur le Soleil, sujet qu'il a traité dans son cours à la Sorbonne en 1930. Mais ici il s'est efforcé de présenter les faits d'observation et les conséquences qui en découlent sans aucun développement mathématique.

Ce faisant il s'adresse à tous ceux qui sans être des savants, se tiennent au courant du mouvement scientifique. Ceux-ci verront ainsi, dès les premiers chapitres, comment on est arrivé avec l'étude du rayonnement solaire, à déterminer de façon précise la température moyenne des couches extérieures du Soleil et la répartition probable de la température avec la profondeur.

De même le chapitre III montrera comment différentes méthodes ont permis d'établir les curieuses lois de la rotation de la surface solaire. Les chapitres

suivants sont relatifs à l'étude du spectre solaire, spectre normal et spectre de la chromosphère. M. Bruhat y a montré comment les progrès réalisés par la spectroscopie permettent d'espérer que nous connaîtrons bientôt la constitution de l'atmosphère et les lois de sa répartition en altitude, mais en insistant sur l'insuffisance des théories qui supposent cette atmosphère en équilibre et sur la nécessité de tenir compte de ses mouvements.

C'est en raison de cette nécessité que l'auteur y revient au chapitre VII, après un chapitre consacré aux taches, chapitre VI, où sont exposées les recherches spectro-héliographiques qui donnent une idée d'ensemble de ce que sont ces mouvements. Le chapitre VIII est réservé à la couronne. L'auteur y a posé le problème que les théories actuelles sont encore impuissantes à résoudre. Le mécanisme de l'illumination de la couronne comme celle des parties de la chromosphère qui apparaissent brillantes sur les épreuves spectrographiques est encore mystérieux. Sans doute que pour l'expliquer complètement faudra-t-il faire intervenir les rayons corpusculaires qu'émet le Soleil et le chapitre IX et dernier du livre concerne l'étude de ces rayonnements jointe à celle des champs électriques et des champs magnétiques existant aux différents points de l'atmosphère solaire.

On pourra remarquer que M. Bruhat n'a pas abordé la question de l'état des masses internes du Soleil ni celle de l'entretien de son énergie ni celle de son évolution passée et future. L'observation du Soleil ne fournit guère de renseignements à cet égard et la question ne peut être abordée utilement que dans le cadre beaucoup plus vaste de l'étude du monde stellaire. Les théories proposées à ce sujet contiennent d'ailleurs une large part d'hypothèses qui n'avaient pas leur place dans un livre comme celui-ci où l'on devait montrer surtout les résultats définitivement acquis, en indiquant seulement comment ils se groupent dans le cadre général des théories physiques.

La collection de M. Borel est trop connue pour que nous insistions sur l'intérêt de ce nouvel ouvrage qui y trouvera une place honorable.

L. P.

2° Sciences physiques.

Siegbahn (Manne). — **Spektroskopie der Röntgenstrahlen**, 2e édition. — 1 *vol. in-8° de* 575 *p., chez Julius Springer, Berlin*, 1931 (*Prix : broché*, 47 *marks* ; *relié*, 49,60).

La première édition de cet important ouvrage date de 1923. Depuis cette époque la spectroscopie des rayons X s'est considérablement développée, en particulier sous l'impulsion même de Siegbahn et de ses élèves. Le laboratoire de ce savant à Upsala est un des centres les plus connus pour l'étude des rayons X et sa production scientifique ne s'est pas ralentie. Aussi l'apparition de la seconde édition du livre de Siegbahn est-elle, pour tous les spécialistes, un événement aussi important que celle de la première.

Le plan général de l'ouvrage n'a pas changé. Après quelques chapitres consacrés à l'optique des rayons X et à la technique spectrographique, on étudie en détail des spectres d'émission et d'absorption (séries K, L, M,...) d'abord du point de vue expérimental, puis du point de vue théorique. Les derniers chapitres s'occupent de l'extension du spectre X vers les grandes longueurs d'onde et du spectre X continu.

Cependant, si le cadre a été conservé, le remaniement du texte a été considérable : l'étendue du livre est presque double de celle de la première édition. Parmi les développements nouveaux il faut signaler en premier lieu l'étude du domaine intermédiaire entre les rayons X et les rayons ultra-violets : de divers côtés d'importants travaux ont été accomplis dans ce domaine et Siegbahn en donne un exposé détaillé. Les travaux sur l'optique des rayons X ont pris aussi un grand intérêt, grâce aux perfectionnements techniques, et l'auteur du livre y a fortement contribué : il leur consacre les développements nécessaires.

Une bibliographie très complète et un index alphabétique terminent l'ouvrage. On y trouve d'autre part des tables soigneusement mises à jour des longueurs d'onde des radiations X, en particulier une table des principales raies X ordonnées par longueurs d'onde croissantes comme la table des raies de Kayser.

Ces quelques indications suffisent à montrer que cette seconde édition est aussi indispensable que la première aux physiciens qui, à des titres divers, s'intéressent aux rayons X.

Eugène Bloch.

***

Boutaric (A.). — **Les Colloïdes et l'état colloïdal.** — 1 *vol. de* 259 *pages, de la* Nouvelle Collection Scientifique de M. Emile Borel. *Félix Alcan, éditeur, Paris*, 1931 (*Prix, broché :* 18 *francs*).

Ce petit livre constitue la mise au point des leçons que consacre l'auteur aux colloïdes, dans son cours de Chimie physique à l'Université de Dijon.

Il ne lui était pas possible ici de faire un exposé détaillé de l'ensemble de nos connaissances expérimentales sur les colloïdes ni d'entreprendre davantage une étude critique de toutes les théories dont ces corps ont été l'objet. Mais il s'est efforcé de dégager, de l'ensemble un peu touffu, et parfois incohérent, des faits ceux qui possèdent un certain degré de généralité. Ainsi en ce qui concerne les solutions colloïdales il a insisté sur les propriétés qu'elles possèdent toutes à des degrés variables : diffusion de la lumière, transport électrique, dialyse, ultra-filtration, floculation, mais il a naturellement été plus bref en ce qui concerne certaines propriétés secondaires et qui ne sont pas spécifiques aux colloïdes comme la chaleur, la viscosité, la tension superficielle, la biréfringence optique, etc.

Il a consacré un chapitre aux gelées et un aux émulsions très voisines des solutions colloïdales.

Quant aux considérations théoriques, relatives aux colloïdes l'auteur a été bref car la plupart des conceptions jusqu'ici émises n'interprètent qu'une par-

tie assez restreinte des faits; il a cependant développé avec quelques détails la théorie micellaire et a également insisté sur le rôle des phénomènes d'adsorption et sur l'importance de la charge électrique des granules pour la stabilité des solutions colloïdales.

L'auteur a donné, à la fin de son ouvrage, un index bibliographique concernant les ouvrages récents relatifs aux colloïdes dont il s'est inspiré au cours de son travail et qui pourraient intéresser les lecteurs désireux de compléter l'étude du sujet.

Cet ouvrage est susceptible d'intéresser indistinctement les physiciens et les chimistes, et nous conseillons aussi aux étudiants de nos Universités et de nos grandes écoles de le lire pour se mettre au courant d'une question d'un si grand intérêt actuel.

F. MICHEL.

*
**

Mark (H.) et **Wierl** (R.). — **Die experimentallen und theoretischen Grundlagen der Elektronenbeugung**. — 1 *vol. in-8° de* 124 *pages. édité chez Borntraeger, Berlin,* 1931 (*Prix, broché : 16 marks; relié : 18 marks*).

Ce petit volume appartient à la collection des « Fortschrifte der Chemie, Physik und physikalischen Chemie », publiée sous la direction de Eucken. Cette collection, formée de fascicules comparables à nos « Conférences-Rapports », s'étend à la Chimie, à la Physique et à Physico-chimie. Les fascicules paraissent dans un ordre quelconque et sont groupés, par sept ou dix, dans des volumes successifs. Le fascicule actuel est le quatrième du volume XXI, ce qui montre l'étendue considérable déjà acquise par cette publication.

La brochure que nous présentons aux lecteurs de la *Revue* traite d'un sujet de toute actualité, la diffraction des électrons par la matière. Malgré les nombreux travaux déjà publiés depuis que Davisson et Germer ont, en 1927, contrôlé pour la première fois par voie expérimentale les idées de Louis de Broglie, le sujet est encore, — si l'on peut s'exprimer ainsi —, resté maniable, et le livre de MM. Mark et Wierl en donne un exposé fort complet et bien au point. Il est divisé en trois chapitres : le premier, assez court, précise les idées théoriques et rappelle en particulier les notions indispensables de mécanique ondulatoire; le second, de beaucoup le plus développé et le plus intéressant, donne un tableau des résultats expérimentaux, d'abord pour les électrons rapides, ensuite pour les électrons lents. On y remarquera, en particulier, un exposé des beaux travaux personnels des deux auteurs sur la diffraction des électrons par les jets moléculaires de vapeurs, travaux qui ont si brillamment complété ceux de Debye et de ses élèves sur l'analyse des structures moléculaires dans les gaz au moyen des rayons X. Le dernier chapitre, très court mais très utile, donne une bibliographie complète du sujet à la date de la publication. Ce petit livre rendra grand service à ceux qui se proposent de travailler dans ce domaine tout récemment ouvert.

Terminons en louant comme il convient le papier et l'impression, mais en regrettant le prix vraiment excessif de l'ouvrage. Nous n'hésitons pas à en conseiller l'achat aux physiciens français, mais nous craignons que, pour beaucoup d'entre eux, le conseil ne reste, par force, lettre morte.

E. B.

3° Sciences naturelles.

Vignon (Paul), *Professeur à l'Institut catholique de Paris.* — **Introduction à la Biologie expérimentale. Les Etres organisés. Activité, Instincts, Structure.** *Préface par* M. E.-L. Bouvier, *Membre de l'Institut.* — 1 *vol. in-8° de* VIII + 731 *pages,* 890 *fig.,* 21 *planches en noir,* 3 *planches en couleurs* (Encyclopédie Scientifique, VIII), *Lechevalier, éditeur. Paris* (*Prix* : 210 *francs*).

Le livre de M. Vignon est assurément une œuvre d'une haute originalité, écrite et illustrée par un biologiste philosophe, servi par un talent peu ordinaire de dessinateur et de peintre. Les sujets traités sont extrêmement disparates, parfois inattendus, et leur groupement paraît au premier abord illogique, mais un leit-motiv que nous chercherons à dégager relie les différents chapitres, dont l'énumération suivante donnera une idée : I. Les initiatives motrices de l'animal, de l'Homme au Protozoaire; II. Les instincts et l'organisme (Paradisiers, à berceaux, Fourmis champignonnistes, Coléoptères rouleurs de feuilles, pièges des Hydropsyches, étuis larvaires, Fourmis portières, le Papillon des Yuccas, la scie œsophagienne du *Dasypeltis*); III. L'idée organo-formatrice (Protozoaires, varices des Muricidés et dent des coquilles, nématocystes); IV. Mimétisme et faits connexes (Xénophores, Crabes avec Actinies, Eponges et Algues, Mantes, chenilles-serpents, Papillons-feuilles; Ptérochrozes, etc.); V. Les types en biologie transformiste (Radiolaires, Tentaculifères, l'auto-injection des Sacculines, Reptiles à bec et Oiseaux à dents, genèse des plumes, structures florales, etc.). La partie la plus intéressante et la plus originale, parce que M. Vignon a fait des recherches systématiques approfondies sur les Insectes dont il est question (*Archives du Muséum*, 6, V, 1931, p. 57), est celle qui concerne la ressemblance protectrice ou mimétique : là sont décrits les Mantides d'Afrique et de l'Inde qui se posent parmi les fleurs, et tournent vers la lumière et leur proie les brillantes couleurs de leur face ventrale; des expansions aplaties du prothorax et des segments coxaux, colorés comme des fleurs, peuvent attirer des Insectes, qui sont alors saisis par les redoutables pattes ravisseuses. Plus remarquables encore sont les Orthoptères de l'Amérique tropicale, Ptérochrozes et leurs alliés; les ailes antérieures, de couleur verte ou brune, copient des feuilles avec des bords excisés de façon variable simulant des morsures et des taches semblables à celles que produisent des colo-

nies de moisissures de divers âges. Des Phanéroptérides de l'Amérique du Sud (*Pycnopalpa*) ont sur les ailes des dessins qui suggèrent le travail de chenilles mineuses.

Tous les faits concrets exposés dans ce livre singulier et attachant, au style cahoté et souvent obscur, sont là pour servir d'illustrations à une philosophie de la Vie, qui est un aristotélisme modernisé; l'auteur est transformiste sincère, mais il repousse complètement le cartésianisme et le vieux transformisme mécaniciste qui a trouvé une parfaite expression dans le darwinisme, et il paraît aussi ne pas utiliser les explications lamarckiennes; pour lui, l'évolution est dirigée, elle subit un contrôle téléologique supernaturel, ultra-spatial, qui s'accommode cependant de l'inutile et de l'excessif, qui se complique de luxe et d'art. M. Vignon reprend et développe la conception bergsonienne que la Vie est invention perpétuelle, initiative de la part de l'être, soit dans l'instinct, soit dans la copie mimétique; que les aiguillages évolutifs sont des sautes d'idées, sans intermédiaire entre elles; les êtres vivants n'ont pas évolué pour les raisons faciles que naguère on donnait; mais existant de par une activité très secrète, ils auront changé parce qu'elle changeait; ils auront alors passé d'un statut d'existence à un autre statut, d'un type à un autre. L'idée créatrice est pour ainsi dire déposée, à un certain moment, au sein du plasma, qui fabrique alors un organe nouveau, imprévisible, sans ébauche ni tâtonnement, parfait dès sa réalisation, comme par exemple la canule à injection de la larve de Sacculine. Aussi les nouveautés nous apparaissent-elles comme des mutations brusques; mais la mutation c'est le mystère; c'est le mystère de la Vie, spécifiquement créatrice de la Forme.

L'usage du livre est facilité par des tables bien faites, mais trop multipliées; il aurait été plus commode qu'elles fussent réunies : index des auteurs cités, index biologique, index philosophique, index systématique. Abondante bibliographie.

L. Cuénot,
Membre de l'Institut,
Professeur à la Faculté des Sciences
de Nancy.

4° Sciences médicales.

Moreux (Abbé Th.). — **Pour comprendre le latin.** — *1 vol. 256 pages (Prix : 15 francs), Doin et Cie, éditeurs, Paris.*

Il faut avoir fait beaucoup de latin et l'avoir longtemps enseigné pour apprécier comme il convient l'œuvre pédagogique et l'heureuse innovation que constitue le nouvel ouvrage de l'Abbé Moreux.

L'auteur s'est bien gardé de prendre pour titre : « *Pour apprendre le latin* »; car apprendre une langue, c'est pouvoir s'exprimer et traduire sa pensée dans cette langue. Aujourd'hui, nous ne demandons pas tant à nos aspirants bacheliers. Ce que nous désirons avant tout, conformément aux programmes, c'est qu'en face d'un texte latin classique, l'élève puisse nous en fournir une traduction convenable.

S'inspirant de cette pensée, M. l'Abbé Moreux a écarté de son ouvrage toutes les règles inutiles, d'ailleurs fort compliquées, de la syntaxe. Il s'est surtout attaché à donner les formes des déclinaisons et des conjugaisons, et il faut le féliciter en passant d'avoir eu l'idée de mettre en regard l'une de l'autre les voix active et passive.

Dans ses *vocabulaires*, afin de faire le moins possible appel à la mémoire, l'auteur indique les mots français dérivés des termes latins et il étend cette manière de faire aux prépositions, aux conjonctions, etc.

Les versions présentées ont été graduées avec soin. Toujours accompagnées de leur *mot à mot*, elles sont judicieusement choisies et tirées des meilleurs auteurs. Leurs traductions, qui suivent le texte de très près, sont de vrais modèles du genre.

A signaler enfin la dernière leçon sur la poésie latine, qui ne manquera pas d'intéresser les esprits curieux.

En somme, telle quelle, cette Initiation rendra un réel service aux débutants, réduira leur travail au minimum, leur inspirera le goût du latin et plus d'un élève déjà avancé en pourra tirer grand profit.

A. G.,
Prof. agrégé de l'Université.

***

Jeans (Sir James). — **The Mysterious Universe.** — *Cambridge University Press, 25 shillings.* — **Le Mystérieux Univers,** *traduction de* MM. Billaudel et J. Rossignol. *Hermann et Cie (prix non indiqué).*

L'astronomie, en tout cas présentée par Sir James, se vend certainement très bien. Déjà en édition anglaise, il a été vendu 100.000 exemplaires de ce petit livre. On ne peut en être surpris, car depuis quelques années l'astronomie a pris un essor prodigieux; l'univers nous apparaît de plus en plus colossal. Et dans ce cadre immense, impressionnant, l'homme, qui se considère comme le tableau, comme l'essentiel, se sent malgré lui rapetissé, d'où quelque inquiétude. Et il se juge bien faible, bien insignifiant devant l'immensité de l'Univers. A la vérité c'est la préoccupation métaphysique plus encore que la curiosité scientifique qui lui fait parcourir avec avidité ces pages d'un astronome éminent, doublé d'un écrivain puissant.

En quoi consiste le mystère de l'Univers. En ceci surtout, qu'il a fallu abandonner la vieille idée statique et théologique de l' « incorruptibilité des cieux » et en venir à cette conception essentiellement dynamique de cieux où il se passe des phénomènes innombrables et qui sont en évolution. Tout change, tout se transforme, tout se meut dans les cieux, il y a de la naissance, et de la mort aussi, et comme dans l'Evolution telle que se la représente l'homme, il y a un commencement et sans doute une fin.

Le lecteur de Sir James aimerait savoir de lui si l'Univers est jeune encore, ayant devant lui une longue carrière, ou s'il a déjà sensiblement vieilli.

Sir James s'en doute bien, d'ailleurs. Et que répond-il à la question du lecteur? Lisez et vous le verrez bien. L'Univers, dit-il, nous apparaît de plus en plus comme une grande pensée, au lieu d'une grande machine. L'esprit n'est point un accident dans le domaine de la matière : c'en est au contraire le maître. Conclusion spiritualiste.

Mais, dit Sir James, l'esprit de l'Univers est plutôt mathématique qu'émotif ou sentimental — autant qu'on en peut juger pour le moment.

Infiniment intéressante au point de vue de la physique et de l'astronomie, l'œuvre de Sir James a une élévation spirituelle incontestable. De là son immense succès, en tous points justifié.

V.

⁂

Abraham (Pierre). — **Recherches sur la création intellectuelle : Créatures chez Balzac**, — *1 vol. in-16 de 342 p., avec plusieurs tableaux et graphiques*; *éditions de la* N. R. F., *Paris*, 1931 (*Prix, broché* : 18 *francs*).

Une citation de Claude Bernard, inscrite en tête du chapitre premier, précise les intentions et l'état d'esprit de l'auteur : « Cette non-soumission à l'autorité, que la méthode expérimentale consacre comme un précepte fondamental, n'est nullement en désaccord avec le respect et l'admiration que nous vouons aux grands hommes qui nous ont précédés. »

C'est qu'en effet, suivant M. Abraham, l'étude des grands hommes est à reprendre, parce qu'elle est en général poussée dans le sens de la singularité et non dans celui de la ressemblance. Or ce qui est particulier à un homme ne se reproduira plus et il nous est, en un sens, inutile de le connaître puisque nous ne pouvons précisément pas nous en servir. Ce qui nous importe au contraire, c'est ce qui n'est pas particulier à celui que nous étudions, et que comme lui nous pourrons employer.

Or l'étude des singularités s'identifie avec l'étude des causes, et la recherche de la ressemblance demande l'étude des moyens. Les causes qui ont produit un grand homme ont disparu avec lui et sont hors d'atteinte de notre volonté. Les moyens qu'il a utilisés subsistent en nous et autour de nous.

L'étude des moyens s'apparente à l'ensemble des disciplines scientifiques, (Signalons ici, en passant, que l'auteur est ancien élève de l'Ecole Polytechnique.)

Les progrès de la science datent du moment où elle a reconnu que la recherche de l'essence des phénomènes devait être abandonnée pour l'étude de leurs modalités.

Aussi M. Abraham s'étonne-t il que cette constatation n'ait pas eu de répercussion appréciable dans les recherches sur l'esprit humain.

Dans l'étude des textes, il entend s'inspirer des seules méthodes scientifiques; sans prétendre à en donner une définition préalable, ce qu'il aura vu agir dans ces textes, il le nommera pensée, comme nous nommons électricité ce qui porte à l'incandescence le fil de notre lampe.

Ainsi se trouve définie *la critique expérimentale*. Dans le présent ouvrage, l'auteur a choisi pour *matériel* la description physique des deux mille personnages créés dans la Comédie Humaine, par ce Balzac dont on a pu dire qu'il a fait « concurrence à l'état civil ».

Ses travaux lui fournissent une double moisson de résultats : les uns intéressent la personnalité de Balzac et les moyens qui lui sont propres; les autres intéressent les modes généraux de notre pensée.

En outre, la morphologie est mise à contribution dans une étude comparée de la population balzacienne avec l'humanité réelle[1].

D'une lecture toujours attachante, d'une rigoureuse précision qui s'apparente directement aux disciplines scientifiques, d'un style nerveux, alerte et spirituel, l'exposition revêt plusieurs formes différentes : l'étude des portraits de Balzac par lui-même procède de la critique; l'étude des pseudonymes de Balzac présente une préface inédite du romancier et appartient au genre de l'histoire littéraire; les chapitres, importants et des plus originaux, consacrés à la façon dont Balzac décrit la figure humaine se réclament de la statistique; ils comportent de nombreux tableaux et graphiques; de nouveau, la statistique apparaît dans l'étude des comparaisons employées par Balzac pour ses descriptions physiques.

Balzac, grand lecteur d'ouvrages scientifiques et surtout d'ouvrages touchant la science de l'homme, Balzac sous la plume duquel se retrouvent les deux noms de Lavater et de Gall chaque fois qu'il parle physionomie, eût aimé, nous semble-t-il, cet ouvrage consacré au système cohérent qui, à son insu, a régi, tout au long de son œuvre, les descriptions physiques de ses personnages.

Créateur d'une population romanesque, il eût tiré fierté du fait qu'on puisse, à quelques exceptions près qui confirment le caractère involontaire de son système, consacrer à celle-ci avec toute la rigueur scientifique, ces tableaux de correspondance psycho-physiologique, ces statistiques, ces graphiques ingénieux et expressifs.

Quant à nous, nous souhaitons que M. Abraham nous procure prochainement le plaisir de lire le nouvel ouvrage où il appliquera sa méthode de « critique expérimentale » aux créatures d'autres romanciers, parmi lesquels Stendhal, Tolstoï et Proust.

Philippe TONGAS.

1. L'auteur a notamment utilisé à cet effet des renseignements contenus dans un article de la *Rev. Gén. des Sciences* (1920, n°s 15-16, La couleur des yeux et des cheveux chez les Français, par H. M. BAYLE et MAC AULIFFE).

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 17 Octobre 1931.

M. **Lépine** : *Sur le virus écossais de la tremblante du Mouton (Louping ill). Inoculation au Mouton.* L'inoculation intracérébrale à un Bélier d'origine algérienne du virus de la tremblante du Mouton (Louping ill), isolé en Ecosse par Pool, Brownlee et Wilson, a déterminé en cinq jours chez cet animal une méningo-encéphalite mortelle, avec absence de germes cultivables et présence de virus dans le névraxe. Huit passages préalables de la souche utilisée dans l'encéphale de la Souris, n'ont pas diminué sa virulence à l'égard du Mouton. — M. **Raoul Lecoq** : *Troubles humoraux provoqués chez le Cobaye au moyen d'un déséquilibre phosphocalcique du régime alimentaire.* Soumis à l'action d'un régime comportant un déséquilibre phosphocalcique important, le Cobaye présente un état ostéo-dystrophique voisin du scorbut expérimental, mais s'en éloignant par des modifications sériques analogues à celles qu'on observe chez le Rat au cours du rachitisme expérimental. L'adjonction d'huile de foie de morue à la ration n'empêche pas l'apparition d'un syndrome ostéo-dystrophique, seuls les troubles humoraux en paraissent légèrement atténués. Le Cobaye se montre plus sensible au déséquilibre minéral de son régime qu'à la carence du facteur antirachitique, alors que le Rat présente une sensibilité inverse. — MM. **G. Sanarelli** et **A. Alessandrini** : *L'ultravirus typhique.* Le virus typhique produit, comme le virus tuberculeux, *in vivo* et *in vitro*, un ultravirus qui est capable de traverser facilement les ultracanalicules des ultrafiltres de collodion. Cet ultravirus représente une phase biologiquement atténuée, qui n'est pas toujours cultivable *in vitro*, de la souche bacillaire dont il dérive. Cependant quelques passages *in vitro* des formes bactériennes primordiales dérivées de l'ultravirus typhique suffisent pour qu'elles acquièrent de nouveau les propriétés antigènes primitives. — MM. **G. Ramon** et **P. Descombey** : *Sur le passage des antitoxines et des toxines à travers la barrière méningée.* La barrière méningée n'est absolument infranchissable, ni aux antitoxines, ni aux toxines. En particulier, le liquide céphalo-rachidien du Cheval immunisé, soit contre l'intoxication tétanique, soit contre l'intoxication diphtérique, contient une proportion minime sans doute, néanmoins très appréciable d'antitoxine spécifique ; l'antigène injecté dans la cavité rachidienne du Cobaye, du Lapin, passe rapidement, en grande proportion, dans la circulation générale. — MM. **G. Ramon, P. Descombey** et **Silal** : *Essais sur l'immunité antitoxique. L'antigène injecté dans la cavité rachidienne provoque-t-il la formation locale d'antitoxine ?* L'antigène injecté dans la cavité rachidienne, ne détermine pas la formation locale d'antitoxine. Quelle que soit la voie d'introduction de l'antigène, la production de l'antitoxine est, comme l'immunité antitoxique qu'elle conditionne d'ailleurs, d'ordre général. L'antitoxine en provenance de la circulation sanguine n'arrive dans le liquide céphalo-rachidien qu'en traversant la barrière vasculo-méningée rendue plus aisément franchissable grâce à la réaction méningée que provoque par exemple l'injection renouvelée d'antigène dans la cavité rachidienne. — MM. **S. Nicolau** et **L. Kopciowska** : *Virus de l'encéphalo-myélite enzootique (maladie de Borna) et électrophorèse.* Dans les émulsions de cerveau provenant d'animaux morts d'encéphalo-myélite enzootique expérimentale, et pour des pH variant entre 7,4 et 6,6, les particules qui servent de support au virus ont une charge électrique négative. Sous l'influence du courant électrique et dans une émulsion à pH 5,6, ces particules se déplacent vers les deux pôles, mais d'une manière inégale : tandis qu'on trouve du virus en abondance au niveau de l'anode il n'y en a que des traces à la cathode. — M. **H. Velu** : *Fluorure de calcium et cachexie fluorique expérimentale chez le Rat blanc.* L'administration prolongée, à la dose initiale moyenne de 68 mgr. par kg. vif d'animal, d'un composé presque insoluble du fluor et qu'on aurait pu croire inerte, le fluorure de Ca, a permis de déterminer une cachexie fluorique rapidement mortelle. La dose minima active de fluorure de Ca doit être notablement inférieure à la dose adoptée. La toxicité de ce composé fluoré n'est donc pas négligeable. — MM. **Marcel Labbé**, **M. Fabrykant** et **C. Zamfir** : *Le phosphore sanguin dans quelques affections du foie.* Les affections hépatiques s'accompagnent d'un trouble du métabolisme du phosphore. On observe : l'abaissement du phosphore sanguin dans les cirrhoses et les cancers du foie ; l'augmentation du phosphore sanguin dans les ictères catarrhaux. — Mlle **Eudoxie Bachrach** et M. **Ch. Dhéré** : *Sur la fluorescence d'une Diatomée marine et sur le spectre de fluorescence de ses pigments chlorophylliens.* 1° En culture pure et à l'état vivant, une Diatomée marine (*Navicula*) offre une coloration rouge foncé, par fluorescence, quand elle est frappée par la lumière de Wood (Hg 365 mμ) suffisamment intense. 2° L'extrait éthéré fournit immédiatement les deux bandes de fluorescence caractéristiques des chlorophylles α et γ. 3° Ces deux bandes peuvent être observées même quand la fluorescence de la solution est excitée uniquement par la Hg 365 mμ approximativement isolée. 4° On n'a aperçu aucune trace de la bande de fluorescence de la chlorophylle β, qui doit donc manquer complètement chez cette *Navicula*. — MM. **Maurice Villaret**, **L. Justin-Besançon** et **René Cachera** : *Recherches expérimentales concernant l'action de l'adrénaline sur la pression veineuse périphérique.* La vagotomie double, sans modifier sensiblement les effets hypertenseurs artériels de l'adrénaline, supprime totalement l'hypertension veineuse normalement concomitante. L'atropinisation supprime l'action hypertensive de l'adrénaline sur la pression veineuse. Donc au cours de l'hypertension adrénalinique, les variations de la pression artérielle récurrente ne sont pas influencées de la même

façon que la pression veineuse par la vagotomie ou l'atropinisation. — MM. **Pasteur Vallery-Radot, Maurice Dérot** et Mlle **Gauthier-Villars** : *Néphrites avec azotémie progressive obtenues chez le Lapin par l'intoxication bismuthique aiguë.* On peut, à l'aide de l'intoxication bismuthique, faire apparaître chez le Lapin une azotémie progressive, sans rapport avec la dénutrition et non influençable par la chloruration. Cette azotémie a une évolution très régulière qui lui donne un intérêt expérimental. — MM. **H. Busquet** et **Ch. Vischniac** : *Tyramine et principe vaso-constricteur du Genêt à balai.* L'effet pharmacodynamique de la tyramine n'est pas superposable à celui de la préparation active de Genêt. Si les deux produits ont le caractère commun d'élever la pression artérielle, ils diffèrent sous beaucoup d'autres rapports. Il faut donc admettre que le Genêt contient, en dehors de la tyramine, une substance qui lui confère ses propriétés adrénaliniques. — M. **Ch. Champy** : *Injections d'extraits testiculaires.* L'auteur a expérimenté des extraits lipidiques de testicule de Taureau sur des chapons et des Cobayes castrés, et il a constaté que ces extraits lipidiques possèdent une action hormonique très faible. L'action de quantités égales d'un même extrait sur des chapons divers n'est pas égale dans tous les cas. La croissance de la crête est très faible chez les chapons totaux ainsi que chez les chapons partiels semblables aux chapons totaux. Elle est bien plus grande chez les chapons nettement intermédiaires en équilibre ; plus faible chez les chapons intermédiaires en état submaximal. — M. **K. Kumagai** : *De la vaccination antityphique par la voie buccale au moyen du vaccin bilié, d'après le procédé de Besredka.* Depuis trois ans l'auteur vaccine, à l'hôpital civil d'Osaka, un grand nombre de personnes particulièrement exposées à l'infection typhique (médecins, infirmières, etc.). Il conclut que la vaccination par la voie buccale au moyen du vaccin bilié, tout en étant d'une application simple et pratique et ne comportant aucune réaction, ni contre-indication, doit être considérée comme un moyen très efficace de préservation contre la fièvre typhoïde.

Séance du 24 Octobre 1931.

MM. **Pasteur Vallery-Radot, Maurice Derot** et Mlle **Gauthier-Villars** : *Néphrites avec azotémie oscillante et albuminurie chez le Lapin au cours de l'intoxication prolongée par le bismuth.* Tous les Lapins chez lesquels a été pratiquée une intoxication prolongée par le bismuth ont présenté une azotémie très irrégulière, échappant à toute systématisation, et une albuminurie tardivement apparue qui, dans trois cas, s'est montrée persistante. Il est donc possible d'obtenir à volonté, à l'aide des sels de bismuth, l'azotémie et l'albuminurie chez le Lapin. — MM. **H. Bierry, F. Rathery** et Mlle **Y. Laurent** : *Variations du sucre protéidique après injections de glucose chez le Chien normal.* Après administration de glucose dans le duodénum, on observe, chez le Chien, d'importantes variations du taux du sucre protéidique dans le sang artériel et les divers sangs veineux, variations qui sont souvent de l'ordre de grandeur de celles observées pour le sucre libre. En particulier, les différences constatées dans les deux territoires vasculaires (intestin, foie) montrent le rôle de la glande hépatique, soit dans la formation (protéidoglycogénèse), soit dans la destruction (protéidoglycolyse) du sucre protéidique. — MM. **A. Jullien** et **G. Morin** : *Contribution à l'étude de l'automatisme cardiaque chez les Mollusques. Mise en liberté en substances actives au cours du fonctionnement du cœur chez* Murex trunculus. Si on laisse battre le cœur isolé d'un Gastropode marin, *Murex trunculus*, dans une petite cuve avec une faible quantité d'eau de mer, celle-ci acquiert la remarquable propriété d'accélérer dans de très fortes proportions le rythme de cœurs en mouvement et de déclencher les battements de cœurs arrêtés. Il se produit parfois un véritable éréthisme cardiaque. Ces modifications du rythme sont immédiates si les cœurs ont été prélevés depuis peu, elles apparaissent après un temps variable, quelquefois très court, avec les cœurs vieillis. Ces propriétés acquises par l'eau de mer se maintiennent par le vieillissement. — M. **S. Nicolau** et **L. Kopciowska** : *Le liquide céphalorachidien dans l'encéphalo-myélite enzootique expérimentale du Lapin (Maladie de Borna).* La virulence du liquide céphalo-rachidien provenant des Lapins morts d'encéphalo-myélite enzootique expérimentale conférée par voie sous-dure-mérienne, est exceptionnelle. L'étude cytologique de ces liquides révèle la présence de nombreuses cellules mononucléaires (lymphocytes, macrophages, cellules plasmatiques et rares cellules provenant probablement des enveloppes lésées du névraxe). — M. **J. Loiseleur** et Mlle **R. Morel** : *Sur le pouvoir d'absorption des membranes protéo-cellulosiques.* Les membranes protéo-cellulosiques reproduisent les propriétés d'adsorption des protides constitutifs et ceci proportionnellement au rapport protide cellulose. — M. **G. Ramon** : *Le sérum antidiphtérique et son action thérapeutique vis-à-vis de l'intoxication diphtérique expérimentale.* Presque tous les Cobayes qui ont reçu une dose même minime de sérum antidiphtérique, ou avant, ou en même temps que l'injection de toxine, ou 2, ou 4 heures après, ont survécu. Par contre tous les Cobayes qui, 6, 8 heures, etc... après l'injection de la toxine, ont reçu des doses même considérables et répétées de sérum, ont succombé. Ces résultats sont identiques à ceux qu'obtenaient, en 1894, E. Roux et L. Martin lorsqu'ils cherchaient à baser sur l'expérimentation les principes de la sérothérapie spécifique. — MM. **L. Nègre, J. Valtis** et **Guy Laroche** : *Sur un Bacille tuberculeux à caractères atypiques isolé des urines d'un malade atteint de néphrite hématurique.* Ce Bacille acido-résistant isolé au deuxième passage chez des Cobayes inoculés avec une urine de malade atteint de néphrite et traités par des injections sous-cutanées d'extrait acétonique de Bacille de Koch, est caractérisé par ces propriétés peu pathogènes pour le Cobaye et les lésions septicémiques de type Yersin qu'il donne au Lapin et à la Poule.

Le Gerant : Gaston Doin

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 12-31

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XLII DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES
(DU 15 JANVIER AU 31 DÉCEMBRE 1931)

I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

II. — ARTICLES ORIGINAUX

III. — BIBLIOGRAPHIE

1o SCIENCES MATHEMATIQUES

Astronomie et Géodésie.

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique.

Chimie

3° SCIENCES NATURELLES

Géographie.

Météorologie et Physique du Globe.

Minéralogie, Géologie et Paléontologie.

Botanique et Agronomie.

Biologie générale.

Zoologie.

Anatomie et Physiologie.

Psychologie.

4° SCIENCES MÉDICALES

5° SCIENCES DIVERSES

IV. — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XLII DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES[1]

A

B

C

1. Les chiffres en caractères gras reportent aux articles originaux.

D

E

F

G

H

I

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS[1]

1. Les noms imprimés en **caractères gras** sont ceux des auteurs des articles originaux; les **chiffres gras** reportent à ces articles.

D

E

F

G

U

V

W

Y

Z

Société Générale d'Imprimerie et d'Edition, rue de la Bertauche, 1, Sens. — 1-32.